

The book cover features a light gray background with faint architectural line drawings of buildings. A large white arrow points downwards from the top left, and a large dark gray arrow points upwards from the bottom left. In the center, a triangular section is filled with dark blue and black gravel, with a small red triangle at its tip. At the bottom, another triangular section is filled with brown soil or aggregate material.

MANUAL^{DE} AGREGADOS

para a construção civil

Editores
Salvador Luiz M. de Almeida
Adão Benvindo da Luz

República Federativa do Brasil

Presidente da República

Luiz Inácio Lula da Silva

Vice-Presidente

José Alencar Gomes da Silva

Ministro de Estado da Ciência e Tecnologia

Sérgio Machado Rezende

Secretário Executivo

Luiz Antonio Rodrigues Elias

Subsecretário de Coordenação das Unidades de Pesquisa

José Edil Benedito

CETEM – Centro de Tecnologia Mineral

Diretor

José Farias de Oliveira

Coordenadora de Processos Minerais

Silvia Cristina Alves França

Coordenador de Processos Metalúrgicos e Ambientais

Ronaldo Luiz Correa dos Santos

Coordenador de Apoio Técnico à Micro e Pequena Empresa

Antonio Rodrigues de Campos

Coordenador de Análises Minerais

Arnaldo Alcover Neto

Coordenador de Planejamento, Acompanhamento e Avaliação

Carlos César Peiter

Coordenador de Administração

José da Silva Pessanha

MANUAL DE AGREGADOS PARA CONSTRUÇÃO CIVIL

Salvador Luiz Matos de Almeida

Eng^o Metalúrgico/UFRJ, Mestre e Doutor em
Engenharia Mineral/USP.
Pesquisador Titular do CETEM/MCT.

Adão Benvindo da Luz

Eng^o de Minas /UFPE, Mestre e Doutor em
Engenharia Mineral/USP.
Pesquisador Titular do CETEM/MCT.

CENTRO DE TECNOLOGIA MINERAL - CETEM
MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA - MCT

Rio de Janeiro
2009

Copyright © 2009 CETEM/MCT

Todos os direitos reservados.
A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação de copyright (Lei 5.988).

Valéria Cristina de Souza
Diagramação e Editoração Eletrônica

Vera Lúcia do Espírito Santo Souza
Projeto Gráfico

Informações:
CETEM – Centro de Tecnologia Mineral
Av. Pedro Calmon, 900 – Cidade Universitária
21941-908 – Rio de Janeiro – RJ
Homepage: www.cetem.gov.br

Manual de Agregados para Construção Civil/Ed. Salvador Luiz M. de
Almeida, Adão Benvindo da Luz. - Rio de Janeiro:
CETEM/MCT, 2009.

245 p.: il.

1. Agregados 2. Construção Civil 3. Brita 4. Areia. I. Centro de
Tecnologia Mineral. II. Almeida, Salvador L.M. (Ed.). III. Luz,
Adão B. (Ed.).

ISBN 978-85-61121-45-7

CDD 553.62

APRESENTAÇÃO

O segmento de agregados minerais para a construção civil, areia e brita, atingiu em 2008 a produção de 300 e 234 milhões de toneladas, respectivamente. O segmento produtor dessas substâncias minerais é formado, principalmente, por pequenas e médias empresas, contando com parcela significativa de atividades informais, o que acarreta profundos impactos tanto ao meio ambiente como à saúde dos trabalhadores.

Considerando a necessidade de melhorar as condições da indústria mineradora de agregados e ampliar a sua produção para as obras de infra-estrutura programadas pelo Programa de Aceleração do Crescimento – PAC e os programas de habitação previstos para os próximos anos, a Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM do MME, tem promovido diversas ações no sentido de apoiar o planejamento, a organização, a formalização e a melhoria técnica da produção dessas substâncias minerais.

Em 2005, foi assinado convênio com a Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais – CETEC, para organizar cursos em todas as regiões metropolitanas e municípios com grande produção de agregados do país. Foram 50 cursos ministrados por profissionais de alta competência. No programa de Formalização da Mineração, a SGM e o DNPM contribuíram para a regularização da extração de areia em muitas regiões.

A principal ação do MME foi a criação do Plano Nacional de Agregados para a Construção Civil – PNACC, por Portaria Ministerial, em junho de 2008, que foi amplamente discutido com o setor produtivo. Para executar as atividades previstas no PNACC foi nomeada uma Comissão Nacional de Acompanhamento com representantes governamentais, empresariais, técnicos e de trabalhadores do setor.

Em 2007, a SGM contratou o Centro de Tecnologia Mineral – CETEM/MCT para dar início à elaboração do Manual de Agregados, uma lacuna de informação técnica, da qual o segmento produtivo reclama, há muito tempo. A sugestão do trabalho partiu da Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para Construção Civil- ANEPAC.

O Manual agora publicado é composto de oito capítulos, dos vinte e três que estão previstos. A publicação de parte do trabalho justifica-se plenamente pela carência desse tipo de informação técnica e, principalmente, pela qualidade dos estudos que foram realizados.

Parabenizamos os editores, Salvador Luiz Matos de Almeida e Adão Benvindo da Luz e os autores dos capítulos ora divulgados.

Agradecemos igualmente ao CETEM, pela iniciativa de antecipar os resultados já obtidos, pois o Manual completo somente será publicado em 2010.

Brasília, setembro de 2009

Cláudio Scliar
Secretário de Geologia, Mineração e Transformação Mineral
Ministério de Minas e Energia

PREFÁCIO

Esta primeira etapa do Manual de Agregados para Construção Civil apresenta oito capítulos de um total de vinte e três previstos na fase inicial de concepção desse Manual.

Esses oito capítulos foram escritos, graciosamente, por colaboradores, especialistas externos da UFRGS, CONDET, USP, UILE CONSULTORIA, UERJ e especialistas do CETEM.

Este trabalho, que resultou na edição desses oito capítulos foi financiado pela Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral – SGM/MME.

Para realização da segunda etapa, quando deverão ser escritos mais quinze capítulos e realizada a editoração do livro, com impressão e uma tiragem de 1000 exemplares, propomos que o CETEM continue como o principal executor desse trabalho, podendo esse ser executado da mesma forma da primeira etapa ou em parceria com a ANEPAC, o que não foi possível na primeira etapa.

A SGM/MME já contratou o CETEM para realização da segunda etapa, quando deverão ser escritos mais 15 capítulos e realizada a editoração do livro, com impressão e uma tiragem de 1000 exemplares.

Rio de Janeiro, setembro de 2009

Salvador Luiz Matos de Almeida
Adão Benvindo da Luz
Editores

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - MERCADOS DE AGREGADOS NO BRASIL

Gilson Ezequiel Ferreira e Bernardo Regis G. de Oliveira

1. Introdução	3
2. Panorama Internacional	4
3. Reservas	6
4. Produção Brasileira	6
5. Consumo no Brasil	12
6. Preços	15
7. Cadeia Produtiva	17
8. Déficit Habitacional do Brasil	21
9. Entraves ou Gargalos ao Desenvolvimento das Pequenas Empresas Produtoras de Agregados	23
10. Tendências	25
Referências Bibliográficas	27

CAPÍTULO 2 - ASPECTOS LEGAIS

Uile Reginaldo Pinto

1. Introdução	33
2. Legislação Mineral	34
3. Legislação Ambiental	55
4. Legislação Tributária	59
5. Normas Reguladoras e Procedimentos Institucionais	61
6. Obtenção de Licenças Ambientais	65
Bibliografia Consultada	67

CAPÍTULO 3 - GEOLOGIA

Luiz Carlos Bertolino, Nely Palermo e Ana Valéria F. A. Bertolino

1. Introdução	71
2. Matéria Prima dos Agregados	71
3. Classificação dos Agregados	78
4. Prospecção e Pesquisa Mineral	79
5. Usos e Funções	80
6. Caracterização Tecnológica	81
Referências Bibliográficas	84

CAPÍTULO 4 - PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BRITAGEM

Arthur Pinto Chaves

1. Operações Unitárias	87
2. Projeto de Pedreiras	89
3. Avaliação de Investimentos e Custos Operacionais	97
4. Avaliação da Viabilidade do Empreendimento	102
5. Conceito de “Point of no Return”	104
Referências Bibliográficas	106

CAPÍTULO 5 - OPERAÇÕES DE LAVRA EM PEDREIRAS

Jair Carlos Koppe e João Felipe C. Leite Costa

1. Introdução	109
2. Preparação e Decapeamento	109
3. Perfuração	110
4. Desmonte com Explosivos	114
5. Carregamento e Transporte	125
Referências Bibliográficas	128

CAPÍTULO 6 - OPERAÇÕES DE BENEFICIAMENTO DE AREIA

Arthur Pinto Chaves e William Whitaker

1. Introdução	131
2. Lavra de Areia	133
3. Operações de Beneficiamento de Areia	133
4. Produção de Areias “Taylor Made”	144
5. Dimensionamento de Instalações	145
Referências Bibliográficas	158

CAPÍTULO 7 - METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Gilberto Dias Calaes, Bernardo Piquet C. Netto e Gilson Ezequiel Ferreira

1. Introdução	161
2. Planejamento, Desenvolvimento e Competitividade	161
3. Avaliação Econômica no Planejamento e Gestão de Negócios	164
4. O Modelo de Avaliação	167
5. Simulação e Análise Econômica-Financeira	174
6. A Estimativa dos Parâmetros Essenciais	176
7. Condicionamento Estratégico para o Desenvolvimento e a Competitividade	180
Referências Bibliográficas	184

CAPÍTULO 8 -ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS

Gilberto D. Calaes, Bernardo Piquet C. Netto, Gilson E. Ferreira e Luiz Marcelo Tavares

1. Introdução	189
2. Condicionamentos Tecnológicos Associados a Areia de Brita	190
3. Premissas Básicas	192
4. Programa de Produção e Vendas	198
5. Investimentos	199
6. Custos de Produção	213
7. Análise de Rentabilidade e Geração de Valor	217
8. Comparação dos Indicadores de Cenários A e B	221
9. Políticas Públicas para o Desenvolvimento do Setor	224
Referências Bibliográficas	227

GLOSSÁRIO

CAPÍTULO 1

MERCADOS DE AGREGADOS NO BRASIL

Gilson Ezequiel Ferreira
Economista Mineral/UFJF, D.Sc. em Engenharia
Mineral/USP, Tecnologista Sênior do CETEM/MCT.

Luana dos Santos Pereira
Graduanda em Geografia/UFF.

1. INTRODUÇÃO

A relevância do setor de agregados para a sociedade é destacada por estar diretamente ligado à qualidade de vida da população tais como: a construção de moradias, saneamento básico, pavimentação e construção de rodovias, vias públicas, ferrovias, hidrovias, portos, aeroportos, pontes, viadutos etc.

Os agregados para a indústria da construção civil são as substâncias minerais mais consumidos e, portanto, os mais significativos em termos de quantidades produzidas no mundo.

A areia e a brita são abundantes na natureza e apresentam baixo valor unitário, no entanto, seu consumo constitui um importante indicador do perfil sócio-econômico de um país.

As principais características dos agregados para a construção civil são:

- (i) menor preço unitário dentre todos os minerais industriais;
- (ii) grande número de ocorrências, incluindo, para cada matéria prima, uma ampla gama de tipos diferentes;
- (iii) importância da coincidência ou grande proximidade da jazida com o mercado consumidor, o que constitui característica fundamental para que tenha valor econômico; baixa inversão financeira;
- (iv) grande volume de produção, com muitos produtores, usinas de grande ou médio porte e gerenciamento precário. As pequenas usinas só existem em mercados de pequenas dimensões ou isolados ou ainda operando na forma de usinas móveis, como por exemplo, as flutuantes em leitos de rio;
- (v) pesquisa geológica simples e com baixa incorporação de tecnologia, constituída, em geral, por operações unitárias de lavagem, classificação ou moagem;
- (vi) mercado regional, sendo o internacional restrito ou inexistente.

Minações típicas de agregados para a construção civil são os portos-de-areia e as pedreiras, como são popularmente conhecidas. Entretanto, o mercado de agregados pode absorver produção vinda de outras fontes: No caso da areia, a origem pode ser o produtor de areia industrial ou de

quartzito industrial, ambas geralmente destinadas às indústrias vidreira e metalúrgica. No caso da brita, pode ser o produtor de rocha calcária usada nas indústrias caieira e cimenteira. Nestes casos, em geral, é parcela da produção que não atinge padrões de qualidade para os usos citados e é destinada a um uso que não requer especificação tão rígida (Valverde, 2001).

2. PANORAMA INTERNACIONAL

O United States Geological Survey (USGS) afirma que os agregados são os recursos minerais mais acessíveis à humanidade e as matérias-primas mais importantes usadas na indústria da construção civil, sendo o concreto o segundo material mais consumido em volume, depois da água, pela humanidade.

O consumo anual de bens minerais por habitante nos Estados Unidos da América - EUA, é da ordem de 10.000 kg, sendo que 5.700 kg foram de rocha britada e 4.300 kg de areia e cascalho. Considerando-se que parte da rocha britada foi usada com fins industriais – cimento, cal, indústria química e metalúrgica – o total de agregados para construção civil que cada americano consumiu, em média, ultrapassa 7.500 kg/ano. Ou seja, 75% do consumo médio americano de bens minerais são, em média, de agregados para a construção civil.

No século passado, a produção total de agregados nos Estados Unidos aumentou de uma modesta quantidade de 58 milhões de toneladas em 1900, para quase 2,5 bilhões de toneladas na virada do século.

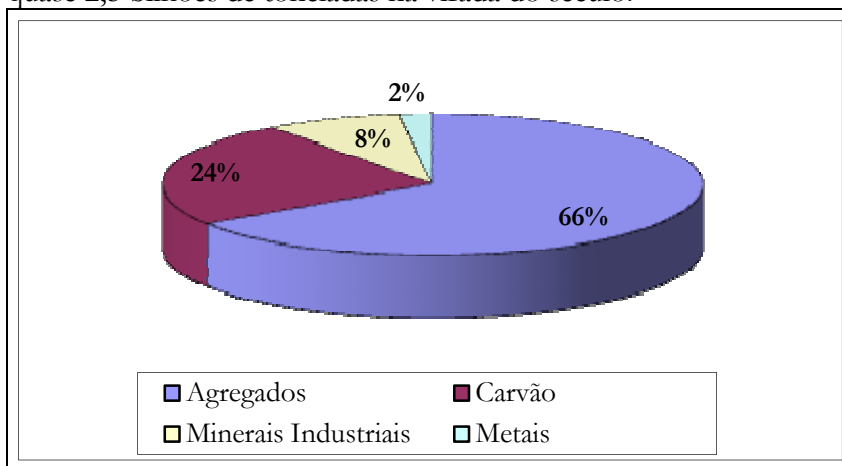


Figura 1 – Distribuição da produção mineral nos EUA em 2007.

Fonte: Balanço Mineral Brasileiro, 2001, adaptação do autor

O nível de consumo observado nos EUA se repete nos países industrializados. No Canadá, especificamente na província de Ontário, o consumo chega a 15 toneladas por habitante em 1980.

Os EUA são os maiores produtores de brita do mundo e, em 2007, a sua produção girava em torno de 1,5 bilhão de metros cúbicos apresentando valor da ordem de US\$ 10 bilhões. Esta produção foi sustentada por cerca de 1.500 empresas que operam 3.500 unidades de produção, distribuídas por 48 estados americanos.

Em contrapartida, no mesmo país, a produção de areia girava também em torno de 1,6 bilhão de metros cúbicos, em 2007, com cerca de 4.000 empresas participando, distribuídas por 50 estados da federação.

Nos Estados Unidos, a produção de agregados em 2007 atingiu quase 3 bilhões de toneladas, o que representa a metade de toda a produção mineral total norte-americana, excluídos os minerais energéticos.

Na Europa Ocidental, o consumo de agregados, por habitante, varia de 5.000 kg a 8.000 kg, sendo que a França se destaca como o principal produtor desses bens para a construção civil, e em 2005, produziu cerca de 350 milhões m³ de agregados, sendo concentrada em 3.000 empresas de pequeno e médio porte. Ainda sobre este país, Valverde (2001) afirma que 35% da quantidade produzida de agregados são destinados à construção de prédios, sendo a metade para moradias; 45% para a construção de novas vias públicas e manutenção das existentes; o restante, 20%, são utilizados em outros tipos de construções. Metade da produção é consumida na preparação do concreto usado para vários fins e, da outra metade, uma parte é consumida na mistura com o betume (concreto asfáltico) e outra metade consumida *in natura* (base de pavimentação, enrocamento, lastro etc.).

Segundo estatísticas da União Européia de Produtores de Agregados, cada europeu requer durante toda a vida, mais de 500 toneladas de agregados. Essa quantidade é maior do que qualquer outro bem mineral consumido naquele continente.

A Europa é a líder mundial na reciclagem de entulho de construção e demolição. Somente os Países Baixos contam com mais 40 plantas de reciclagem de entulho, com índice de reciclagem em torno de 70%.

A Ásia responde por 50% da demanda mundial por agregados, ocupando posição de destaque, pois o crescimento vem sendo em torno de 9 a 12%. A China com consumo de mais de 4 bilhões de toneladas/ano, liderando a demanda mundial por agregados (ANEPAC, 2008).

3. RESERVAS

As reservas minerais de areia e brita, de modo geral, são abundantes no Brasil. Existem regiões, no entanto, onde as reservas estão distantes do centro consumidor tendo-se que transportar o material por distâncias superiores a 100 km.

Muitas vezes as restrições ambientais e leis de zoneamento municipal impossibilitam a exploração de excelentes reservas, restringindo o uso do bem mineral. Fernando Valverde afirma que: “qualquer estudo sobre reservas de agregados, deve-se levar em conta o planejamento local existente e/ou as restrições que a sociedade impõe à atividade. Em outras palavras, de nada vale a existência de reservas de ótima qualidade, quantidade e localização, se a sociedade restringe ou impede o aproveitamento”.

4. PRODUÇÃO BRASILEIRA

A mineração de areia e brita está espalhada por todo o território nacional e é uma das mais importantes atividades extrativas do setor mineral brasileiro, devido ao volume produzido comparável ao volume de produção do minério de ferro, principal produto mineral brasileiro.

Com relação à produtividade, a mineração brasileira de agregados tem muito a desenvolver, se comparada a dos países da Europa Ocidental e dos EUA, onde a mão de obra é treinada e grandes investimentos são feitos na modernização das instalações de produção.

Nos Estados Unidos da América, por exemplo, o índice de produtividade varia de 1.500 a 2.000 m³/homem/mês, enquanto que, no Brasil, a média fica em torno de 250 m³/homem/mês no caso da areia (Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral - 1994).

Um dos maiores problemas encontrados nas análises que envolvem os agregados para a construção civil é a falta de uma base estatística confiável, uma vez que existe um elevado grau de ilegalidade devido a empresas clandestinas que operam nesse mercado. Além disso, os dados divulgados pelo DNPM são recolhidos através de relatórios elaborados com base nos questionários respondidos pelas empresas legalizadas do setor. O Departamento Nacional da Produção Mineral não dispõe de uma estrutura de coleta e análises de dados apurados sobre o setor, e não há estatísticas confiáveis sobre agregados que possibilitem prestar informações objetivas aos organismos envolvidos na política de planejamento urbano.

As principais fontes estatísticas para a análise de agregados foram os Relatórios Anuais de Lavra - RAL. Nos últimos dez anos, outras fontes têm sido utilizadas como base para o levantamento de dados para a areia e brita, como as associações de produtores, que fornecem as estimativas de produção. Assim, para a brita, o Sindipedras/SP foi responsável pela estimativa durante algum tempo. Atualmente, a Associação Nacional das Entidades Produtoras de Agregados para Construção Civil - ANEPAC faz estimativa tanto para a brita como para a areia.

A produção de pedras britadas encontra-se espalhado por todas as unidades da federação com as seguintes estatísticas:

- (i) envolve, oficialmente, cerca de 500 empresas;
- (ii) gera cerca de 20.000 empregos diretos;
- (iii) 60% das empresas produzem menos de 200.000 toneladas/ano;
- (iv) 30% produzem entre 200.000 e 500.000 toneladas/ano;
- (v) e 10% produzem mais do que 500.000 toneladas/ano.

Por outro lado, estudos realizados pelo SINDIPEDRAS revelam que a brita representa, em média, 2% do custo global de uma edificação e 60% do seu volume. Em obras de pavimentação, sua participação no custo da obra chega a 30%.

Ainda segundo a ANEPAC, a participação dos tipos de rochas utilizadas na produção de brita é a seguinte:

- (i) granito e gnaisse – 85%;
- (ii) calcário e dolomito – 10%;
- (iii) e basalto e diabásio – 5%.

A areia é extraída de leito de rios, várzeas, depósitos lacustres, mantos de decomposição de rochas, pegmatitos e arenitos decompostos. O Sumário Mineral (2007) afirma que, em 2006 foram produzidos 358 milhões de toneladas de agregados, representando um aumento de 8% em relação a 2005. Deste total, 146 milhões de toneladas são representados por pedras britadas e 212 milhões de toneladas por areia. No Brasil, 90% da areia é produzida em leito de rios, sendo que no Estado de São Paulo, maior produtor brasileiro, a relação é diferente, 45% da areia produzida é proveniente de várzeas, 35%, de leitos de rios, e o restante, de outras fontes. O estado responde por 39% da produção nacional, seguido de Rio de Janeiro (16%), Minas Gerais (12,5%), Paraná (6,5%), Rio Grande do Sul (4,2%) e Santa Catarina (3,5%).

Em relação à areia:

- (i) cerca de 2.000 empresas registradas se dedicam à extração de areia, na grande maioria, pequenas empresas familiares;
- (ii) gerando cerca de 45.000 empregos diretos;
- (iii) destas, 60% produzem menos de 100.000 toneladas/ano;
- (iv) 35% produzem entre 100.000 e 300.000 toneladas/ano;
- (v) e 5% delas produzem mais do que 300.000 toneladas/ano.

O frete é um dos principais itens dos custos das pequenas empresas do segmento de brita, chegando a representar cerca de 40% do preço final obrigando, o produtor a operar próximo aos centros consumidores, localizando-se a atividade mineradora nas regiões limítrofes das grandes cidades, que, com o inevitável crescimento urbano, acaba “envolvendo” as pedreiras, iniciando-se aí os conflitos com a comunidade vizinha e com os órgãos ligados ao meio ambiente.

Tabela 1 – Evolução da produção de agregados para construção civil no Brasil 1988-2007.

Ano	Areia	Brita	Total
1988	51	93	144
1989	62	67	129
1990	15	85	100
1991	14	81	95
1992	82	97	179
1993	75	93	168
1994	79	96	175
1995	87	105	192
1996	159	96	255
1997	205	141	346
1998	200	146	346
1999	205	142	347
2000	226	156	382
2001	236	163	399
2002	230	156	386
2003	191	130	321
2004	201	187	388
2005	238	172	410
2006	255	199	454
2007	279	217	496

Unidade: milhões de toneladas.

Fonte: ANEPAC – DNPM.

Na Tabela 1 e Figura 2, vê-se que, pelas estatísticas oficiais, a produção brasileira de agregados cresceu de 1993 até o ano de 2001, teve 2 anos seguidos de decréscimo voltando a crescer até hoje.

Observando-se a Tabela 4 – Produção de cimento no Brasil, pode-se ver a correlação direta da produção de agregados com a produção de cimento.

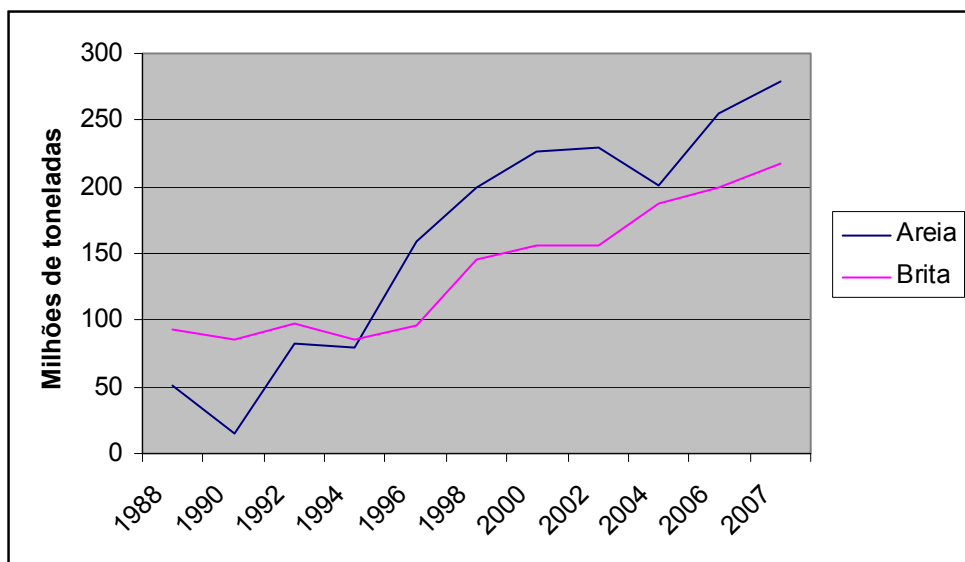


Figura 2 – Evolução da produção de agregados para construção civil no Brasil 1988-2007.

Fonte: ANEPAC – DNPM.

4.1. Produção Alternativa

Economicamente é muito difícil que um produto de tão baixo valor agregado seja substituído, no entanto, como exemplo podemos citar - prédios e pontes que podem ser construídos utilizando estruturas metálicas, em vez de concreto.

4.1.1. Areia manufaturada

Atualmente, 90% da produção nacional de areia natural tem sido obtida a partir da extração em leito de rios e os 10% restante, de outras fontes. A exploração de areia realizada em rios e outros ambientes de sedimentação, causa sérios impactos sobre o meio ambiente, em consequência da retirada da cobertura vegetal nas áreas a serem lavradas, causando assoreamento nos rios e conseqüentemente a degradação do curso d'água. Por isso, esta atividade extrativa tem sido cada vez mais coibida pelos órgãos responsáveis pela fiscalização do meio ambiente.

A exaustão de áreas próximas aos grandes mercados consumidores e a restrição ambiental tem resultado no deslocamento dos mineradores para locais cada vez mais distantes dos grandes centros urbanos, o que onera o preço final

da areia natural, visto que a distância entre produtor e consumidor tem sido em média 100 km, aumentando o custo do frete e, conseqüentemente o preço do produto final. Pesquisadores do Centro de Tecnologia Mineral - CETEM, do Ministério da Ciência e Tecnologia - MCT, em parceria com a COPPE/UFRJ, tendo por objetivo minimizar os impactos ambientais resultantes da extração de areia, do destino final dos resíduos (pó-de-pedra) e visando encontrar alternativas econômicas viáveis para ambos os produtos, propuseram-se a estudar a viabilidade de produzir areia artificial a partir de finos de brita.

O projeto visa solucionar dois problemas distintos a partir da produção de areia artificial: um ambiental e o outro de ordem econômica. A primeira alternativa visa a redução dos impactos ambientais ocasionados pelo processo convencional de extração de areia. A segunda é econômica, pois uma das grandes vantagens da areia artificial é que a sua produção pode ser realizada no canteiro das pedreiras, o que reduziria o custo da matéria-prima para o seu maior mercado consumidor, a indústria da construção civil.

Atualmente, duas unidades produzem areia manufaturada em função do projeto em parceria com o CETEM: a Pedreira CONVEM, localizada no município de Magé, no Estado do Rio de Janeiro, e a Pedra Sul, localizada no Município de Matias Barbosa, próximo à Juiz de Fora.

4.1.2. Outros materiais

Na preparação do concreto e da argamassa, os agregados naturais (areia e brita) podem ser substituídos por resíduos industriais como escórias siderúrgicas, reciclagem de materiais da construção civil, etc.

Os materiais que podem substituir a areia e a brita, na construção civil, são os agregados artificiais, como a argila expandida ou a vermiculita e os recicláveis. O agregado reciclado vem apresentando um uso crescente nos últimos anos, resultando em economias de materiais e energia. Normalmente se utiliza um entulho resultante da demolição. Dependendo da quantidade do entulho, pode ser necessária a lavagem do agregado reciclado e, até mesmo, a remoção de material pulverulento. Este tipo de material tem sido usado, com vantagens, em sub-bases, concretos magros, e solo-cimento, pavimentação e em concretos novos, com substituição parcial ou até total dos agregados usuais.

Segundo o portal Ambiente Brasil, a quantidade de entulho gerada nas cidades é muito significativa e pode servir como um indicador do desperdício de materiais. Os resíduos de construção e demolição são constituídos de concreto, estuque, telhas, metais, madeira, gesso, aglomerados, pedras, carpetes etc. Muitos desses materiais e a maior parte do asfalto e do concreto utilizados em obras podem ser reciclados. Esta reciclagem pode tornar o custo de uma obra mais baixo e diminuir também o custo de sua disposição.

Note-se ainda, que a demanda por habitação de baixo custo também torna interessante a viabilização de materiais de construção a custos inferiores aos existentes, porém sem abrir mão da garantia de qualidade dos materiais originalmente utilizados.

Os principais resultados produzidos pela reciclagem do entulho são benefícios ambientais. A equação da qualidade de vida e da utilização não predatória dos recursos naturais é mais importante que a equação econômica. Os benefícios são conseguidos não só por se diminuir a deposição em locais inadequados, como também por minimizar a necessidade de extração de matéria-prima em jazidas, o que nem sempre é adequadamente fiscalizado. Reduz-se, ainda, a necessidade de destinação de áreas públicas para a deposição dos resíduos.

As experiências indicam que é vantajoso também, economicamente, substituir a deposição irregular do entulho pela sua reciclagem.

5. CONSUMO NO BRASIL

Segundo a Fundação Instituto de Pesquisas Econômicas da Universidade de São Paulo (FIPE), o consumo médio de agregados no Brasil é:

- (i) auto-construção, unidade de 35 m² são consumidas 21 t de agregados;
- (ii) habitações populares de 50 m² são consumidas 68 t de agregados;
- (iii) manutenção de vias municipais se consome menos de 100 t/km, enquanto as estradas demandam cerca de 3.000 t/km;
- (iv) uma obra-padrão de 1.120 m² para escolas é consumido 985 m³ de agregados ou 1.675 t (IBGE);

- (v) na pavimentação urbana, o consumo por metro quadrado varia de cidade de baixa densidade para a de alta densidade. A primeira consome $0,116 \text{ m}^3/\text{m}^2$, enquanto a segunda, $0,326 \text{ m}^3/\text{m}^2$. Um quilômetro de uma via de 10 m de largura consumiria, respectivamente, 2.000 t e 3.250 t, aproximadamente.

No ano de 2005, segundo dados do DNPM, o mercado consumidor brasileiro de pedras britadas apresentava a seguinte distribuição:

- (i) Destinada à mistura com cimento 70%;
- para concreto 35%;
 - para pré-fabricados 15%;
 - para revenda 10%;
 - para lastro de ferrovia, gabiões, contenção de taludes etc 10%.
- (ii) Destinada à mistura com asfalto betuminoso 30%;
- para a pavimentação de ruas, bases e sub-bases para a construção de rodovias.

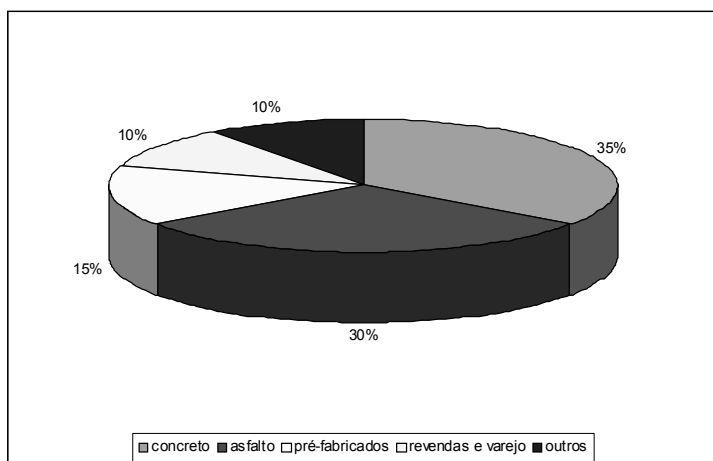


Figura 3 – Segmentação do consumo de brita no Brasil.

Fonte: Sumário Mineral, 2007.

No que se refere à distribuição setorial do consumo de areia na construção civil no País, pode-se observar na Figura 4, que 50% da areia consumida pela construção civil é incorporada às massas, de modo geral. Os outros 50% se subdividem em concreto não usinado e concreto dosado em central.

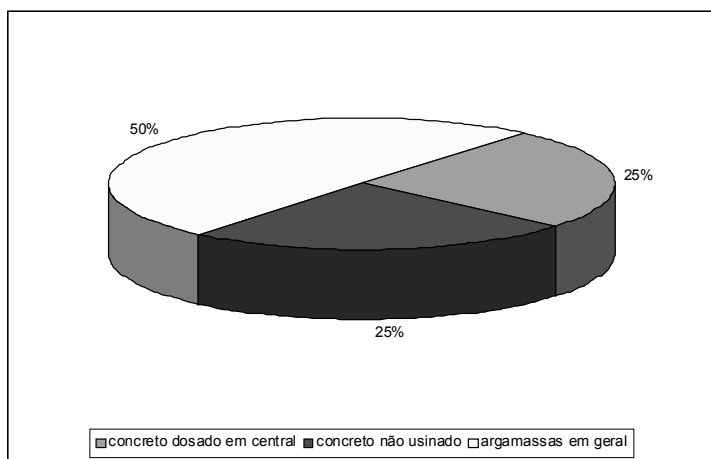


Figura 4 – Segmentação do consumo de areia no Brasil.

Fonte: Sumário Mineral, 2007.

Segundo a ANEPAC, o Estado de São Paulo tem o maior consumo *per capita* de agregado no país com 3,35 t/hab/ano vindo logo a seguir Goiás e o Distrito Federal.

O consumo *per capita* de agregados para construção civil (areia e brita) no Brasil se mantém estável, em torno de 2 toneladas *per capita* ao ano, conforme indica a Tabela 2. Entretanto, o volume ainda é muito reduzido se compararmos com os países europeus mais desenvolvidos e com os Estados Unidos, onde o consumo de brita, no ano de 2006, foi de 5,6 toneladas *per capita* ao ano e, em relação à areia, esse volume atinge 4,3 toneladas *per capita* ao ano, totalizando aproximadamente 10 toneladas por habitante

Tabela 2 – Evolução do consumo *per capita* de areia e pedra britada - Brasil - t.

Ano	Areia	Brita
1999	1,2	0,8
2000	1,3	0,9
2001	1,4	0,9
2002	1,4	0,9
2003	1,1	0,7
2004	1,1	0,7
2005	1,1	0,8
2006	1,1	0,8
2007	1,3	0,8

Fonte: DNPM, Sumário Mineral Brasileiro, 2000 – 2008.

6. PREÇOS

O período inflacionário dos anos 80 e os primeiros anos da década de 90 dificultam a análise de preços, principalmente para produtos produzidos e consumidos internamente, como os agregados. Com a volta da estabilidade da moeda brasileira adquirida a partir de 1995, com o Plano Real, torna possível a análise a partir de então.

Na Tabela 3 pode-se fazer uma análise comparativa dos preços dos agregados no Brasil e nos EUA. Nota-se que os preços no Brasil são bastante oscilantes, sendo muito sensíveis à demanda. Na Figura 5, vê-se a oscilação dos preços, tanto da areia quanto da brita que atingiram seu ponto mínimo em 2001.

Nos Estados Unidos, ao contrário do Brasil, verifica-se um pequeno e constante aumento nos preços desses produtos conforme pode-se observar na Tabela 3, que mostra a evolução dos preços médios dos agregados nos Estados Unidos da América.

Tabela 3 – Evolução dos preços médios dos agregados - US\$/t.

Ano	Brasil		EUA	
	areia	brita	areia	brita
1997	4,06	6,96	4,47	5,66
1998	3,50	5,93	4,57	5,39
1999	2,07	3,62	4,73	5,35
2000	2,07	4,02	4,81	5,39
2001	1,70	3,15	5,02	5,57
2002	2,00	3,40	5,07	5,71
2003	2,15	3,80	5,16	5,98
2004	2,12	3,75	5,33	6,08
2005	3,90	4,25	5,86	7,18
2006	4,25	4,70	6,15	7,75

Fonte: Sumário Mineral, 1998-2007; U.S.Geological Survey, Mineral Commodity Summaries, 1998-2007.

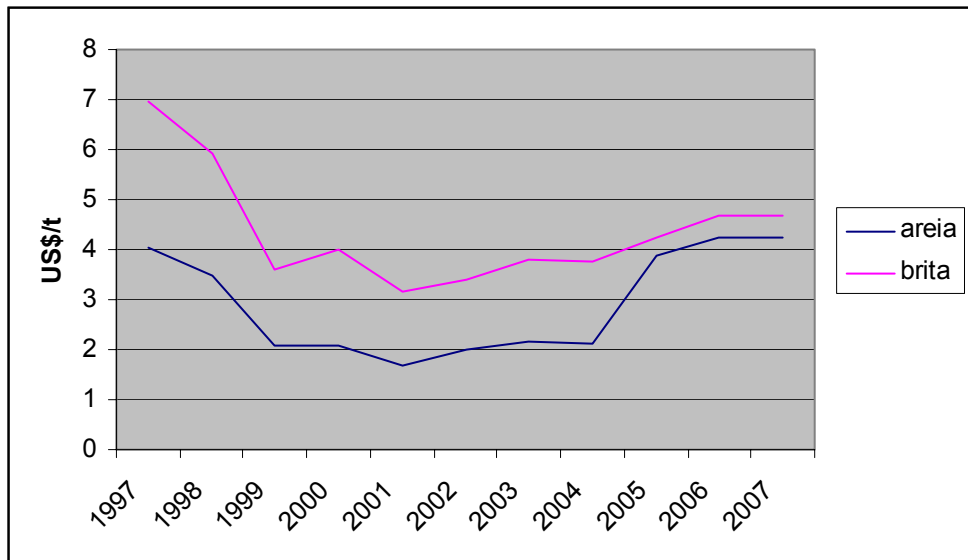


Figura 5 – Evolução dos preços médios dos agregados no Brasil.

Fonte: Sumário Mineral, 1998-2007.

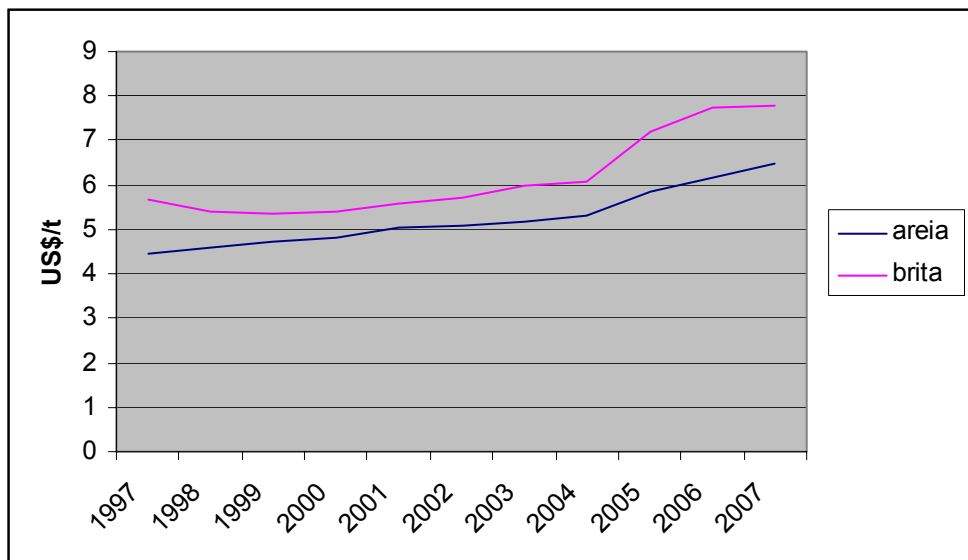


Figura 6 – Evolução dos preços médios dos agregados nos EUA.

Fonte: Mineral Commodity Summaries, 1998-2007.

7. CADEIA PRODUTIVA

A indústria da construção civil ganhou importância na segunda metade da década de 50, quando da construção de Brasília e o Brasil passava por um ciclo virtuoso de crescimento e desenvolvimento econômico.

Atualmente, o setor congrega mais de 210 mil empresas em todo o País segundo o DNPM, contando desde grandes empresas nacionais expoentes da engenharia mundial até as milhares de pequenas empresas que promovem a interiorização do desenvolvimento.

O moderno conceito de Macro Setor da Construção, definido como o setor da construção propriamente dito (edificações, obras viárias e de saneamento, e construção pesada), acrescido dos segmentos fornecedores de matérias-primas e equipamentos para construção e dos setores de serviços e distribuição ligados à construção, possibilita avaliar os efeitos multiplicadores setoriais da indústria de construção sobre o processo produtivo, sua enorme capacidade de realização de investimentos e o seu potencial de criação de empregos (diretos e indiretos).

De acordo com a Comissão de Economia e Estatística da Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CEE/CBIC), a participação do macro setor no total do Produto Interno Bruto da economia, gira em torno de 20%. Considerando-se que, em 2008, o Produto Interno Bruto - PIB gira em torno de US\$ 1 trilhão, o *construbusiness* adicionou à economia brasileira valores da ordem de US\$ 200 bilhões.

Acredita-se que em relação ao valor gerado pela indústria como um todo, a construção foi responsável por cerca de 30% do produto industrial e empregou 3,6 milhões de trabalhadores, além de gerar 13,5 milhões de empregos diretos e indiretos. O setor da construção participa ativamente na geração de empregos na economia: para cada 100 postos de trabalho gerados diretamente no setor, outros 285 são criados indiretamente na economia. Estima-se que para cada R\$1,0 bilhão a mais na demanda final da construção, sejam gerados mais de 177 mil novos postos de trabalho na economia, sendo 34 mil diretos e 143 mil indiretos.

O primeiro elo da cadeia produtiva de agregados (areia e brita) para a construção civil constitui-se nas reservas minerais. A maior parte dos depósitos de areia é encontrada em rios e planícies de inundação, abundantes, fáceis de

extrair e processar. Os meios utilizados para exploração são: dragagem, escavação mecânica ou desmonte hidráulico. O seu processo de beneficiamento é constituído da remoção de impurezas finas (lavagem), classificação granulométrica e secagem. As areias que se destinam à construção civil para serem comercializadas, não precisam passar pelo rigoroso processo de beneficiamento que ocorre com as areias industriais, utilizadas como abrasivos, carga, cerâmica, cimento, desmonte hidráulico, fundição e filtro (ver diagrama 2).

As pedras britadas, por sua vez, necessitam de operações unitárias de decapeamento, cominuição e classificação granulométrica, onde após o processo de cominuição, normalmente feito em três etapas, são obtidos vários produtos e subprodutos, tais como: pó-de-pedra, areia artificial, brita 1, brita 2, brita 3, brita corrida e pedra de mão. Esse processo pode ser observado, de uma forma simplificada, no diagrama 1.

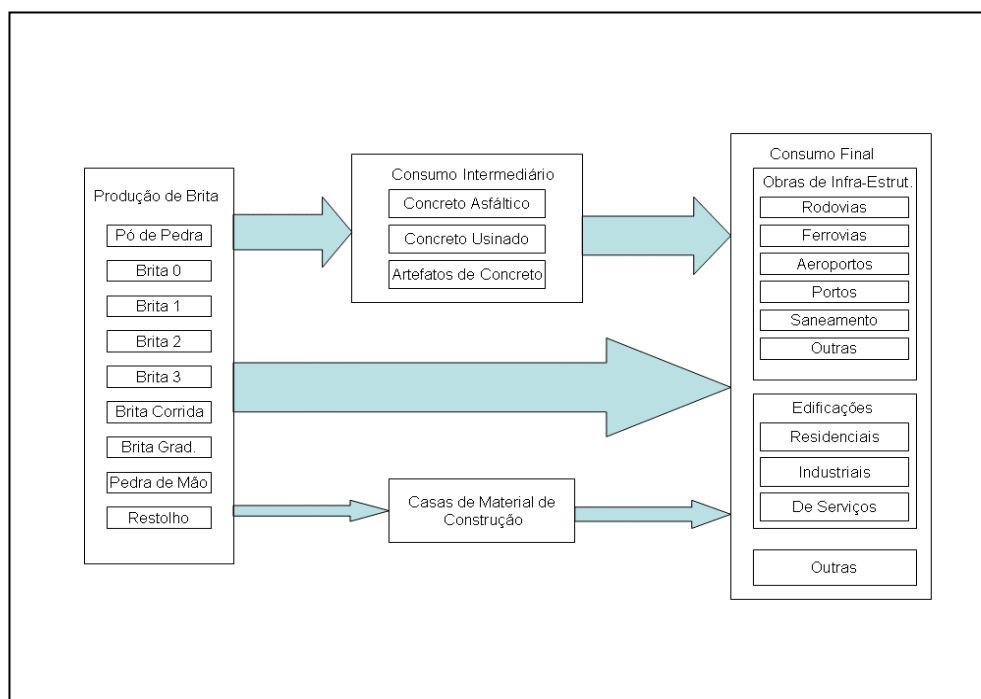


Diagrama 1 – Estrutura e fluxo do mercado da Brita .

Fonte: MELLO & CALAES, 2003. Adaptado pelos autores.

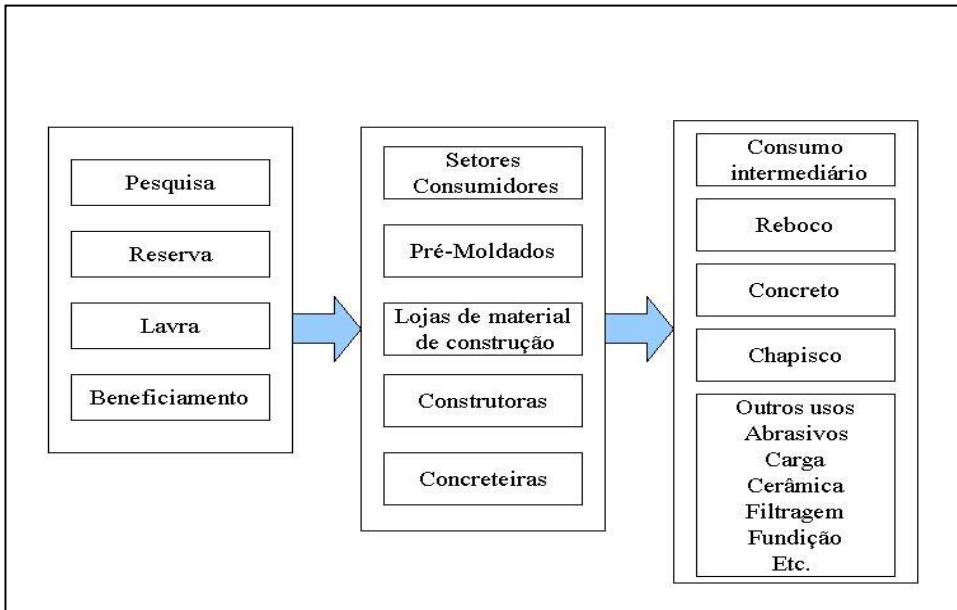


Diagrama 2 – Estrutura e fluxo do mercado da Areia.

Fonte: MELLO & CALAES, 2003. Adaptado pelos autores.

No *ranking* mundial de fabricantes de cimento, a China lidera com 46% da produção, a Índia vem em segundo lugar, distante, com 6,4%. Já o Brasil ocupa a décima posição com a participação de 1,3% da produção, sendo o maior produtor e consumidor da América Latina. O crescimento da produção de cimento normalmente acompanha a demanda da indústria de construção civil. A capacidade de produção de cimento instalada no País elevou-se, em 2007, de 48 Mt/ano para 62 Mt/ano, aumentando a capacidade ociosa para 40%. Este segmento industrial é constituído por 10 grupos, 32 empresas e 58 fábricas, distribuídas em todo o Brasil, gerando 23.000 empregos diretos. A produção de cimento desde 1990 pode ser vista na tabela 4.

Nenhum outro produto desempenha perfeitamente as funções do cimento, contudo, ele enfrenta concorrentes nas construções de estruturas em aço, em madeira, (para edificações de pequeno porte), nas vedações e estruturas em cerâmica vermelha (alvenaria armada) ou em alguns tipos de revestimentos e pelo asfalto em pavimentações.

Tabela 4 – Evolução da produção nacional de cimento e de agregados.

Ano	Produção de Cimento		Produção de Agregados	
	Mil t	Kg/hab.	106 t	t/hab.
1990	25.980	180	101	0,7
1991	27.343	186	94	0,6
1992	24.103	162	178	1,2
1993	24.924	165	206	1,4
1994	25.320	166	240	1,6
1995	28.514	184	178	1,8
1996	34.925	222	306	1,9
1997	38.438	240	346	2,1
1998	40.142	246	352	2,2
1999	40.200	242	344	2,1
2000	39.368	232	381	2,3
2001	38.398	223	399	2,3
2002	38.856	223	386	2,14
2003	35.042	222	321	1,78
2004	35.897	222	388	2,13
2005	38.609	223	410	2,22
2006	41.780	230	454	2,46
2007	46.406	235	496	2,3

Fonte: SNIC; DNPM; ANEPAC, IBGE.

Em 2006, o consumo aparente de cimento no Brasil totalizou 40,9 Mt, correspondendo a um aumento de 8,5% em relação ao ano anterior, impulsionado pela retomada da construção civil, em especial no segmento imobiliário. A expectativa do segmento para 2008 aponta um crescimento, podendo ser ainda maior em consequência da evolução do Programa de Aceleração do Crescimento - PAC. O consumo *per capita* mundial, em 2005, foi de 356 kg/hab, e o brasileiro passou de 205 kg/hab, em 2005, para 219 kg/hab em 2006, ainda bem abaixo da média mundial.

8. DÉFICIT HABITACIONAL DO BRASIL

A Fundação João Pinheiro estimou que o déficit habitacional brasileiro, em 2005, foi de 7,9 milhões de novas moradias, em especial em área urbana, onde alcança 81,2% do montante brasileiro (6,4 milhões). Em relação às regiões brasileiras, a necessidade da região Sudeste foi estimada em 2,9 milhões de unidades, Nordeste, 2,7 milhões, Sul, 874 mil, Norte, 850 mil e Centro-Oeste 537 mil novas moradias. Assim, as regiões Sudeste e Nordeste somam juntas 71,4% do déficit habitacional brasileiro, sendo que no Sudeste o déficit se concentra na área urbana e, em contrapartida, no Nordeste o déficit se dá, majoritariamente, nas áreas rurais.

Tabela 5 – Déficit habitacional no Brasil por regiões (mil unidades).

Regiões	Total	Urbana	Rural
Sudeste	2.899	2.725	174
Nordeste	2.743	1.844	899
Sul	874	756	118
Norte	850	615	235
Centro-Oeste	537	475	62

Fonte: FJP-CEI, 2007.

Em termos absolutos, do ponto de vista regional, se destacam as regiões Sudeste e Nordeste onde é necessário um maior número de domicílios.

Em termos relativos, a pior situação é encontrada nas regiões Norte e Nordeste, onde é necessário um acréscimo de 22,9% e 20,6%, respectivamente, do estoque de domicílios existentes em cada região, para equacionar o problema habitacional. Em contrapartida, o déficit habitacional corresponde a 14% no Centro-Oeste, 12,2% no Sudeste e 10,4% na região Sul. A região Nordeste se distingue dentre as outras, por apresentar elevados índices de carência habitacional tanto em termos relativos quanto absolutos. Já na região Sudeste, o grande volume do déficit é função da concentração de população nas suas áreas urbanas.

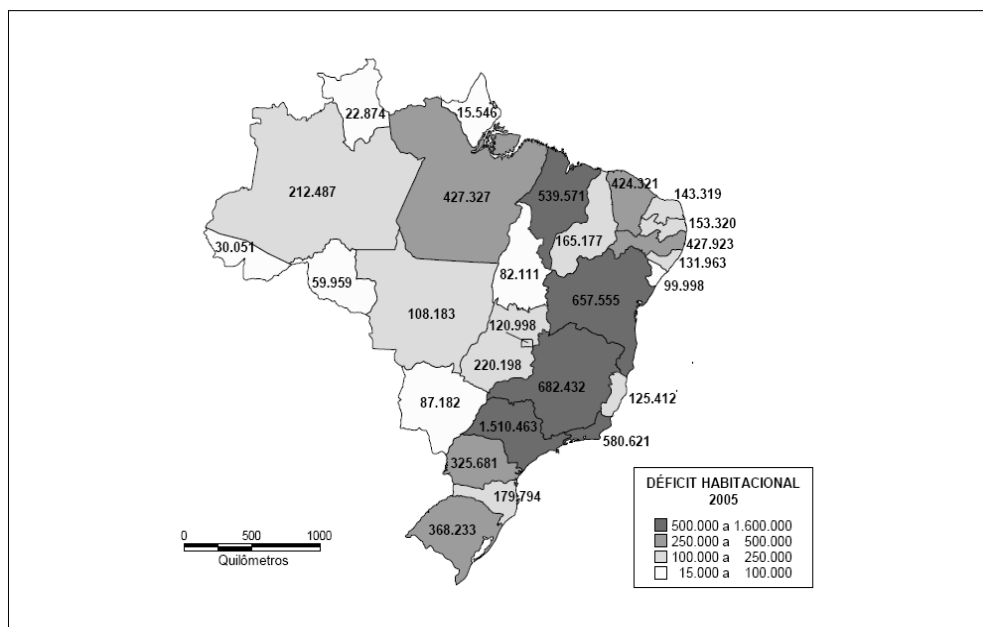


Figura 7 – Déficit habitacional total – Brasil e Unidades da Federação.

Fonte: FJP-CEI, 2007.

Em relação aos estados brasileiros, se destacam em números absolutos, de acordo com a Figura 7, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Rio de Janeiro e Maranhão.

A contínua ampliação e adensamento dos cortiços, favelas e loteamentos precários e irregulares no centro e na periferia das regiões metropolitanas brasileiras é um reflexo do baixo consumo de agregados e da falta de uma política habitacional eficaz no País.

No Brasil, 87% das favelas se concentram em 11 regiões metropolitanas (São Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Recife, Salvador, Fortaleza, Brasília, Belém, Porto Alegre, Manaus e Curitiba), nas quais habitam 32% da população.

Os órgãos oficiais calculam que o déficit habitacional brasileiro é de aproximadamente 10 milhões de unidades habitacionais, concentrando-se principalmente nas faixas de baixa renda.

O estudo da Fundação João Pinheiro mostra, ainda, que do total do déficit, 59% referem-se a domicílios considerados “subnormais”, sendo que São Paulo e Rio de Janeiro são os Estados que reúnem a maior parte das habitações nessa categoria. O IBGE considera subnormal o “conjunto constituído por um mínimo de 51 unidades habitacionais, ocupados, até período recente, terreno alheio, disposto, em geral, de forma desordenada e densa e carentes, em sua maioria, de serviços públicos essenciais”.

Para zerar o *déficit* habitacional no Brasil, o SindusCon SP prevê que sejam necessários investimentos da ordem R\$ 360 bilhões ao custo de R\$ 45 mil por imóvel. Para isso é necessário desonerar o setor e rever a carga tributária para estimular a construção de mais moradias e:

- (i) reduzir a burocracia para o crédito;
- (ii) diminuir a carga tributária;
- (iii) criar novas modalidades de financiamentos do FGTS;
- (iv) estimular o mercado de hipotecas e recebíveis;
- (v) simplificar o sistema de registro de imóveis.

9. ENTRAVES OU GARGALOS AO DESENVOLVIMENTO DAS PEQUENAS EMPRESAS PRODUTORAS DE AGREGADOS

Dentre os problemas que afetam o setor, destacam-se os seguintes:

Falta de uma política para o setor – O setor de agregados carece de uma política específica para o desenvolvimento sustentável dessa atividade tão importante para o mundo moderno. Existe um desencontro de atribuições entre diversos órgãos na regulamentação do setor. O DNPM que mantém as principais competências relativamente à regulamentação dos agregados, voltado para questões mais relevantes, dá ao setor uma importância secundária.

Excesso de clandestinos – A atuação desencontrada dos diversos órgãos envolvidos dificultando a legalização do empreendimento, faz com que prolifere a clandestinidade, que segundo o DNPM constatou, o percentual de mineradores de agregados que mantém uma relação regular com o órgão é de menos de 5%. Assim prevalecendo essa situação são grandes os prejuízos para a sociedade que não dispõe de dados confiáveis para planejamentos, além de grande evasão fiscal.

Falta de capital de investimento – De modo geral, a atividade mineral, tanto na fase de pesquisa quanto de lavra, depende de métodos e equipamentos às vezes dispendiosos e inacessíveis ao pequeno empresário. Os investimentos relativos a essa fase são bastante variáveis, dependendo da complexidade da jazida, da localização, das condições de acesso e da infraestrutura disponível, entre outros.

Informação geológica deficiente – As fases de pesquisa e lavra devem ser conduzidas de maneira a se obter o máximo de resultados, pois todos os gastos vão refletir no custo final do produto que será produzido e colocado a preços competitivos no mercado. A localização de indícios minerais ou ocorrências com base científica envolve um planejamento prévio e o desenvolvimento de um programa onde se utiliza pessoal técnico capacitado, implicando em custos normalmente inacessíveis ao pequeno minerador. Esse, frequentemente, desconhece a geologia da área que está trabalhando, sendo algumas vezes surpreendido com a exaustão prematura, forçando-o a encerrar as atividades.

Deficiência na estrutura do trabalho – A organização do trabalho na pequena empresa produtora de agregados mostra deficiências. É frequente a produção através de métodos arcaicos com estrutura familiar e sem nenhuma preocupação científica por parte da administração. Observa-se que o proprietário e membros da família atuam diretamente na produção, e quando o empreendimento toma maiores proporções, eles tendem a assumir funções de gestão ou direção. Na realidade, é em torno do trabalho do proprietário que tende a gravitar a atividade econômica das pequenas empresas. O tipo de organização mais comum é aquele constituído por proprietários e empregados, sendo também expressiva a frequência de empresas formadas exclusivamente por proprietários e membros de sua família.

Dificuldades na obtenção de financiamento – O financiamento não alcança a grande maioria das pequenas empresas por requerer garantias reais, além de um excessivo procedimento burocrático. Quando elas têm acesso ao financiamento, sujeitam-se a restrições que não se observam em outras atividades econômicas, pois, na mineração, a inversão de capitais deverá ser compatível com a vida provável da jazida, de modo a assegurar a remuneração e amortização nesse prazo; e esse aspecto raramente é levado em conta pelo pequeno minerador. A maioria dos investimentos é feita com capital próprio dos pequenos empreendedores, e que, no caso da pesquisa mineral, corre risco de insucesso.

Capacidade gerencial precária – A falta de capacitação gerencial tem impossibilitado a consolidação no mercado de inúmeros pequenos empreendimentos, em geral conduzidos sem nenhuma técnica moderna de produção, portanto, impondo uma perda de competitividade no mercado, com reflexos na expansão das atividades.

Desconhecimento da legislação mineral e ambiental – Bons estudos relativos à proteção ambiental raramente são feitos, constatando-se a falta de uma ação integrada entre os órgãos fomentadores da mineração e os fiscalizadores do meio ambiente. Essa falta de entrosamento tem causado problemas aos mineradores, principalmente aos pequenos, que não sabem a quem recorrer.

Insuficiente incorporação de tecnologia – Constata-se, nas pequenas empresas, que falta tecnologia adequada ao melhor aproveitamento de seus minérios, principalmente no que diz respeito à lavra, que sempre é a céu aberto, e incorporando pouca ou quase nenhuma tecnologia.

O Centro de Tecnologia Mineral – CETEM, as universidades e outros institutos têm feito esforços para o desenvolvimento de técnicas mais apropriadas ao aproveitamento dos recursos minerais do País, tentando evitar a importação de pacotes tecnológicos que não se adaptam aos minérios nacionais.

10. TENDÊNCIAS

Desde a segunda metade da década de 60, com a crescente industrialização e urbanização do país, até os dias de hoje, a produção de agregados vem atendendo satisfatoriamente a demanda.

Entretanto, a disponibilidade desses recursos utilizados na construção civil, especialmente aqueles localizados dentro ou no entorno dos grandes aglomerados urbanos, vem se declinando dia após dia, em virtude de inadequado planejamento, problemas ambientais, zoneamentos restritivos e usos competitivos do solo (Tasso e Mendes – www.revistasim.com.br).

As restrições são cada vez maiores, seja para obter novas licenças ou garantir a atividade das minerações já existentes. A sociedade cria uma demanda cada vez maior de agregados e, ao mesmo tempo, impede e restringe a produção. O papel do Estado como mediador é fundamental através do

planejamento nas áreas críticas para que a atividade possa continuar operando a custos baixos, dentro de sua função de supridora de insumos básicos para a indústria da construção civil brasileira (Tasso e Mendes – www.revistasim.com.br).

O desempenho da economia brasileira, em 2007, superou as expectativas dos analistas com o aquecimento da demanda, em diversos setores atingindo recordes, tendo o PIB anual atingido 5%.

O setor industrial foi o que mais cresceu, com 6%, o melhor resultado nos últimos anos.

O setor da construção civil brasileira cresceu em 2008, principalmente até o 3º trimestre acompanhando os resultados da indústria, segundo o SINDUSCON-SP (Sindicato da Indústria da Construção Civil do Estado de São Paulo).

A grande explicação para o desempenho é o crescimento do mercado imobiliário, que apesar da crise, surpreendeu até mesmo os empresários do setor. A expectativa dos empresários é de que os investimentos do PAC deslanchem trazendo otimismo na construção civil para o desempenho do setor em 2009.

Para 2009 a estimativa do SNIC, é de que as vendas internas devam crescer entre 10% e 11%, atingindo a mais de 50 milhões de toneladas de cimento.

Se forem confirmadas as previsões do SNIC, esse será o terceiro ano seguido que a indústria cimenteira registra crescimento em torno de 10%.

Responsável pela geração e manutenção de cerca de dois milhões de empregos formais no país, o setor da construção civil encerrou o ano de 2008 com crescimento próximo de 9%, segundo o Sindicato da Indústria da Construção Civil do Rio de Janeiro (Sinduscon- RJ).

Segundo o Sinduscon-RJ, 2008 foi o melhor ano da construção civil brasileira nas últimas duas décadas. Os financiamentos com recursos da poupança atingiram no ano passado R\$ 30 bilhões – só de recursos do Fundo de Garantia do Tempo de Serviço foram R\$ 15 bilhões. Houve também recursos da empresa que se capitalizaram na Bolsa de Valores.

O Sinduscon-RJ estima, então, que os investimentos em financiamentos na construção civil se aproximaram de R\$ 60 bilhões em 2008.

Em 2009, o orçamento do FGTS, já aprovado pelo Conselho Curador, deverá somar cerca de R\$ 20 bilhões, dos quais R\$ 14 bilhões serão destinados à habitação. A poupança deve repetir entre R\$ 25 bilhões e R\$ 30 bilhões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, G. e CALAES, G. (2002). Estudo do Parque Produtor de Brita da RMRJ: Índices Preliminares de Sustentabilidade. In: VILLAS BÔAS, R.; BEINHOFF, C. (eds.). Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral. Rio de Janeiro: GEF, CBPq/CYTED, 2002, 564 p.

AMBIENTE BRASIL – Portal ambiental disponível em: www.ambientebrasil.com.br acesso em 19/12/2007.

ANEPAC - Associação Nacional das Entidades de Produtores de Agregados para a construção civil. Disponível em: <<http://www.anepac.org.br>>. Acesso em: 09/11/2007.

ANUÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1999 – 2006. Disponível em: <<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68>> Acesso em: 25/11/2007.

BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Plano Plurianual para o Desenvolvimento do Setor Mineral, Brasília, 1994.

CALAES, G., NETTO, B. e AMARAL, J. (2002). Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2002. 245 f. Trabalho realizado para o DG/IGEO/CCMN/UFRJ com apoio do CT-Mineral, Rio de Janeiro, 2002.

CALAES, G. et al. (2006). Planeamiento Estratégico del Desarrollo Sostenible y Competitivo de la Industria de Gravas de la Región Metropolitana del Rio de Janeiro – II. Seminario Internacional Minería, Medio Ambiente y Ordenamiento Territorial - Como Garantizar el Abastecimiento de Materiales de Construcción en las Grandes Ciudades, Asogravas –

Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos, Bogotá, Colombia, Fevereiro, 2006.

DRM/RJ - Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro, Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Estudo contratado com GEOMITEC/CONDEP, 1980/1981.

FERNANDES, F. R. CHAVES (1997). Os minerais industriais: conceituação, importância e inserção na economia. Orientador: Damasceno, Eduardo Camilher. São Paulo: EPUSP, 1997. 188 p. Dissertação (Mestrado - em Engenharia de Minas)- Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Minas.

FERREIRA, G. E.; SILVA, V. S. (2004). Mercado brasileiro de agregados minerais e o estudo do CETEM para obtenção de areia manufaturada, IV Jornadas Iberoamericanas de Materiales de Construcción, Tegucigalpa, Honduras, 2004.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO – FJP. (2007). Déficit Habitacional no Brasil 2005. In: Informativo CEI, demografia. Belo Horizonte, 2007.

KULAIF, Y. (2001). Análise dos mercados de matérias minerais: estudo de caso da indústria de pedras britadas do Estado de São Paulo. 144 p. Tese de (Doutorado). Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da USP). São Paulo, 2001.

MELLO, E. F.; CALAES, G. (2003). Estudo do parque produtor de brita da região metropolitana do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: UFRJ/Departamento de Geologia, 2003.

NETO, C. S. (2000). A importância dos conceitos tecnológicos na seleção de agregados para argamassas e concretos. Areia & Brita, São Paulo: ANEPAC, nº 12, 2000.

SINDIPEDRAS (2008). Sindicato da Indústria de Mineração de Pedra Britada do Estado de São Paulo disponível em: <<http://www.sindipedras.org.br>>. Acesso em 05/01/2008.

SNIC - Sindicato Nacional da Indústria do Cimento disponível em: <www.snic.org.br> acesso em 08/12/2007.

SUMÁRIO MINERAL BRASILEIRO 1999 – 2007. Agregados para a Construção Civil. Brasília, Disponível em:

<<http://www.dnpm.gov.br/conteudo.asp?IDSecao=68&IDPagina=64>>
Acesso em: 21/11/2007.

TASSO e MENDES – www.revistasim.com.br

VALVERDE, F. Balanço Mineral Brasileiro. (2001). Disponível em:

<<http://www.dnpm.gov.br/assets/galeriadocumento/balancomineral2001/agregados.pdf>>. Acesso em: 18/11/2006.

CAPÍTULO 2

ASPECTOS LEGAIS

Uile Reginaldo Pinto
Advogado militante, especialista em Direito
Mineral e Meio Ambiente, é autor de diversos
livros sobre mineração, inclusive da
Consolidação da Legislação Mineral e
Ambiental, já na 11ª Edição.

1. INTRODUÇÃO

Este capítulo trata da legislação Mineral e Ambiental relativa aos Agregados para a Construção Civil. Quanto à legislação mineral, destacam-se o Regime de Licenciamento e o de Autorização e Concessão de Lavra. Inclui também orientações para a mudança no regime de aproveitamento da substância mineral de emprego imediato na construção civil. Ainda no que se refere à legislação Mineral, discorre-se também sobre a instrução do requerimento de concessão de lavra e sua tramitação no DNPM. Já na legislação Ambiental, destacam-se as orientações para requerimentos de licenças ambientais no Registro de Licença, na Autorização de Pesquisa, na Guia de Utilização e na Concessão de Lavra. No final do capítulo apresenta-se uma relação de toda a legislação Mineral e Ambiental atualmente em vigor.

O conhecimento da Legislação pertinente é fundamental para o desenvolvimento de qualquer empreendimento. Na Mineração isto se afigura essencial, uma vez que são investidos vultosos recursos financeiros na aquisição de equipamentos para a exploração de substâncias minerais. Muitas vezes, o desconhecimento da legislação acarreta ao minerador senão a perda de todo o investimento, mas pelo menos alguns significativos prejuízos. Assim, é importante, principalmente, que o minerador não só conheça a legislação, como também acompanhe as normas jurídicas emanadas do DNPM e os entendimentos firmados nos Pareceres Jurídicos daquele Órgão.

Nesse sentido, comentamos neste capítulo toda a legislação Mineral e Ambiental relacionada aos Agregados para a Construção Civil, com o objetivo de subsidiar o minerador nesse aspecto legal. Na legislação mineral destaca-se o Regime de Licenciamento e o de Autorização e Concessão de Lavra, incluindo também orientações para a mudança no regime de aproveitamento da substância mineral de emprego imediato na construção civil. Ainda no que se refere à Legislação mineral, discorre-se também sobre a orientação para o requerimento de concessão de lavra e sua tramitação. Quanto à Legislação Ambiental, destacam-se as orientações para requerimentos de licenças ambientais no Registro de Licenciamento, na Autorização de Pesquisa, na Guia de Utilização e na Concessão de Lavra. No final do capítulo apresenta-se uma relação de toda a legislação mineral e ambiental atualmente em vigor.

2. LEGISLAÇÃO MINERAL

Os bens minerais de emprego na construção civil são as areias, cascalhos e saibros para utilização imediata, no preparo de agregados e argamassas, desde que não sejam submetidos a processo industrial de beneficiamento, nem se destinem como matéria-prima à indústria de transformação. As rochas entram também nessa relação, quando britadas para uso imediato na construção civil.

O aproveitamento dessas substâncias minerais está disciplinado pela Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, alterada pela Lei nº 8.982, de 25 de janeiro de 1995, e regulamentado pela Portaria DNPM nº 266, de 10 de julho de 2008. Essas substâncias minerais podem ser aproveitadas, em área máxima de cinquenta hectares, tanto pelo regime de licenciamento, como pelo regime de autorização e concessão.

No entanto, a exploração dos agregados da construção civil, através do Regime de Licenciamento, não proporciona segurança ao investidor, uma vez que este fica permanentemente dependendo de uma Licença da Prefeitura Municipal. Se o Prefeito, por qualquer razão, não fornecer a renovação da licença no prazo próprio, o registro de licenciamento será cancelado e a área colocada em disponibilidade.

Desta forma, é aconselhável que os agregados da construção civil sejam aproveitados através do Regime de Autorização e Concessão, pois, apesar da necessidade de investimentos para executar trabalhos de pesquisa mineral, elaborar o Relatório Final e o Plano de Aproveitamento Econômico da ocorrência mineral, haverá plena segurança jurídica quando for publicada a Portaria de Concessão de Lavra. Isto é, depois de publicado esse Título, não haverá necessidade de Licença Municipal e a Concessionária poderá investir na lavra, na certeza de que poderá explorar a jazida até sua total e completa exaustão, desde que cumpra, obviamente, com todas as exigências preconizadas no Código de Mineração e legislação correlata.

2.1. Regime de Licenciamento

O aproveitamento mineral através do Regime de Licenciamento independe de prévios trabalhos de pesquisa e é facultado exclusivamente ao proprietário do solo ou a quem dele tiver expressa autorização, salvo se a jazida situar-se em imóveis pertencentes à pessoa jurídica de direito público, quando o licenciamento ficará sujeito ao prévio assentimento desta e, se for o caso, à

audiência da autoridade federal sob cuja jurisdição se achar o imóvel. Na hipótese de cancelamento do registro de licença e a área colocada em disponibilidade, a habilitação ao aproveitamento da ocorrência mineral, sob o regime de licenciamento, estará facultada a qualquer interessado, independentemente de autorização do proprietário do solo.

O licenciamento é o registro da licença expedido pela Prefeitura Municipal de situação do jazimento mineralizado, no Departamento Nacional da Produção Mineral – DNPM. Sem esse Título, mesmo o proprietário do imóvel não pode extrair a substância mineral ocorrente na propriedade superficiária. Caso o proprietário do solo resolva explorar a ocorrência mineral existente em sua propriedade, sem a devida licença do DNPM, estará cometendo crime, a teor do que preconizam o artigo 21, da Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989; o artigo 55, da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; o artigo 2º, da Lei nº 8.176, de 8 de fevereiro de 1991; o artigo 22, do Decreto nº 98.812, de 9 de janeiro de 1990; e o artigo 42, do Decreto nº 3.179, de 21 de setembro de 1999.

Além disso, incumbe às Prefeituras Municipais, por imposição legal, exercer a vigilância para assegurar que o aproveitamento da substância mineral só tenha seu início depois de publicada no Diário Oficial da União o competente registro de licenciamento outorgado pelo DNPM.

Vale ressaltar que as prefeituras municipais não podem obter registro de licenciamento, pois esse Título Mineral é reservado exclusivamente aos proprietários do solo, pessoa física ou jurídica, ou quem deles tiver expressa autorização. Todavia, a municipalidade pode executar trabalhos de movimentação de terras e de desmonte de material “*in natura*” que se fizerem necessárias à abertura de vias de transporte e obras gerais de terraplenagem.

Ademais, as Prefeituras Municipais também podem aproveitar as substâncias minerais de emprego imediato na construção civil para uso exclusivo em obras públicas por elas executadas diretamente. Esse aproveitamento de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil se dá através do Registro de Extração, instituído pela Lei nº 9.827, publicada em 28 de agosto de 1999 e regulamentada pelo Decreto nº 3.358, publicado em 2 de fevereiro de 2000 e pela Portaria do Ministro de Minas e Energia de número 23, publicada em 4 de fevereiro de 2000.

Na licença expedida pela Prefeitura Municipal de situação da área requerida, de acordo com o artigo 3º, da lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978, deve constar: nome do licenciado; localização, Município e Estado em que se situa o jazimento; substância mineral licenciada; área licenciada, em hectares; e, prazo, data de expedição e número da licença.

Recentemente, o DNPM publicou uma nova portaria regulamentando o registro de licenciamento. A Portaria DNPM nº 266/2008 inova a Lei e exige em seu § 3º, do artigo 4º, que na licença municipal deve conter, no mínimo, as seguintes informações: nome do licenciado; localização, município e estado em que se situa a área; substância mineral licenciada; área licenciada em hectares; memorial descritivo da área licenciada e a data da sua expedição.

A partir do dia 2 de maio de 2006, a Portaria DNPM nº 268, de 27 de setembro de 2005 instituiu a obrigatoriedade do pré-requerimento eletrônico de direitos minerários, a ser utilizado por meio da rede mundial de computadores – Internet, para fins de obtenção de alvará de pesquisa e de registro de licenciamento.

Desde então, o registro de licença deve ser pleiteado mediante formulário padronizado de pré-requerimento eletrônico, disponível para preenchimento no sítio do DNPM na internet, e depois de preenchido deverá ser impresso pelo interessado para protocolização na forma e prazo fixados na Portaria DNPM nº 268, de 27 de setembro de 2005, no Distrito em cuja circunscrição situa-se a área pretendida, onde será numerado, autuado e registrado.

Desta forma, o requerimento de registro de licença deverá ser instruído obrigatoriamente com as seguintes informações e documentos:

- (i) em se tratando de pessoa física, comprovação da nacionalidade brasileira, ou, tratando-se de pessoa jurídica, comprovação do número de registro da sociedade no Órgão de Registro do Comércio de sua sede e do CNPJ;
- (ii) licença específica expedida pela autoridade administrativa competente do município ou municípios de situação da área requerida;

- (iii) declaração de ser o requerente proprietário de parte ou da totalidade do imóvel ou instrumento de autorização do proprietário para lavrar substância mineral indicada no requerimento em sua propriedade ou assentimento da pessoa jurídica de direito público, quando a esta pertencer parte ou a totalidade dos imóveis, excetuando-se as áreas em leito de rio;
- (iv) planta de situação da área assinada por profissional legalmente habilitado, em escala adequada, contendo, além da configuração gráfica da área, os principais elementos cartográficos tais como ferrovias, rodovias, rios, córregos, lagos, áreas urbanas, denominação das propriedades, ressaltando divisas municipais e estaduais quando houver;
- (v) memorial descritivo da área objetivada na forma estabelecida na Portaria DNPM nº 263, de 10 de julho de 2008;
- (vi) anotação de responsabilidade técnica – ART original do profissional responsável pela elaboração do memorial descritivo e da planta de situação;
- (vii) plano de lavra assinado por profissional legalmente habilitado, quando o empreendimento se enquadrar em qualquer das seguintes hipóteses: realizar desmonte com uso de explosivos; desenvolver atividades em área urbana que afete a comunidade circunvizinha pela geração de poeiras, ruídos e vibração; operar unidade de beneficiamento mineral, inclusive instalações de cominuição, excetuando-se peneiramento na dragagem de areia; desenvolver atividade no interior de Área de Preservação Permanente – APP, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 369, de 28 de março de 2006; operar em locais sujeitos à instabilidade, com manutenção de taludes acima de 3 metros; ou tiver produção anual superior ao limite máximo abaixo estabelecido para as seguintes substâncias minerais: Areia (agregado) 70.000 toneladas; Cascalho (agregado ou pavimentação) 10.000 toneladas; Saibro ou argila para aterro 16.000 toneladas; Argilas (cerâmica vermelha) 12.000 toneladas; Rochas (paralelepípedos/guias/meio fio/rachão/etc) 6.000 toneladas.

- (viii) plano de lavra assinado por profissional legalmente habilitado quando o requerente empregar contingente superior a cinco pessoas entre efetivos, temporários e terceirizados;
- (ix) procuração pública ou particular com firma reconhecida, se o requerimento não for assinado pelo requerente; e
- (x) prova de recolhimento dos emolumentos fixados na Portaria DNPM nº 400, de 29 de setembro de 2008, através de documento original.

A empresa dispensada da apresentação de plano de lavra fica obrigada a apresentar o memorial explicativo das atividades de lavra contendo, no mínimo, o método de lavra a ser adotado, suas operações unitárias e auxiliares, tais como, decapeamento, desmonte, carregamento, transporte, manutenção de equipamentos, construção de áreas de depósito de estéril e barramentos, escala de produção, mão de obra contratada, medidas de segurança, de higiene do trabalho, de controle dos impactos ambientais e de recuperação da área minerada e impactada.

Situando-se a área em mais de um Município, deverão ser apresentadas as licenças emanadas de cada uma das respectivas prefeituras, as quais serão objeto de um único registro de licenciamento.

Além do previsto nos incisos VII e VIII, do artigo 4º, da Portaria DNPM nº 266/2008, o DNPM também poderá exigir do requerente que apresente plano de lavra ou plano de aproveitamento econômico, acompanhado da respectiva anotação de responsabilidade técnica. Também serão formuladas exigências quando a licença municipal não atender ao disposto no § 3º do artigo 4º da Portaria DNPM nº 266/2008, ou quando houver ausência de uma ou mais licenças municipais, para que o interessado apresente a licença faltante ou retifique a área objetivada, desde que alguma licença tenha sido apresentada no ato da protocolização do requerimento.

Deve-se ressaltar, ainda, que o requerimento de registro de licença será indeferido nas seguintes hipóteses:

- (i) **indeferimento sem oneração da área**, quando: objetivar substância não contemplada no artigo 2º da Portaria DNPM nº 266/2008; desacompanhado de quaisquer dos elementos de que trata o artigo

4º, ressalvado o disposto no artigo 43, II, da Portaria DNPM nº 266/2008; a descrição da área requerida não atender ao estatuído no inciso V do artigo 4º, da Portaria DNPM nº 266/2008; uma mesma licença municipal estiver instruindo mais de um requerimento; ou constatada a interferência total da área requerida com áreas prioritárias, nos termos do artigo 18 do Código de Mineração.

- (ii) **indeferimento com oneração da área**, que será colocada em disponibilidade para pesquisa mineral nos termos do artigo 26 do Código de Mineração, quando: não atendida exigência de forma satisfatória ou no prazo próprio; a licença municipal, a autorização do proprietário do solo ou o assentimento da entidade de direito público tiverem sido cassados, revogados ou anulados; expirar o prazo de validade de quaisquer dos elementos previstos nos incisos II e III do artigo 4º, da Portaria DNPM nº 266/2008, sem que o titular tenha protocolizado nova documentação no prazo de que trata o artigo 5º, da Portaria DNPM nº 266/2008; ou não apresentada licença ambiental ou o comprovante do seu requerimento na forma do artigo 6º, da Portaria DNPM nº 266/2008.

Na hipótese do indeferimento, quando uma mesma licença municipal estiver instruindo mais de um requerimento, será mantido o requerimento prioritário, assim considerado o que primeiro tiver sido protocolizado no DNPM desde que não esteja sujeito a indeferimento de plano.

Ocorrendo a expiração do prazo da licença municipal, da autorização do proprietário do solo ou do assentimento do órgão público ainda na fase de requerimento de registro da licença, o requerente deverá protocolizar, em até trinta dias contados do vencimento dos mesmos, novo ou novos elementos essenciais, dispensada qualquer exigência por parte do DNPM, sob pena de indeferimento do requerimento de registro de licença.

Além disso, o requerente deverá apresentar ao DNPM, no prazo de até sessenta dias contados da protocolização do pedido de registro de licença, a licença ambiental de instalação ou de operação, ou comprovar que a requereu através de cópia do protocolo do órgão ambiental competente, dispensada qualquer exigência por parte do DNPM, sob pena de indeferimento do requerimento de registro de licença.

Vale lembrar que, nos Distritos em que o órgão ambiental competente exigir, para outorga da licença ambiental, manifestação prévia do DNPM sobre a prioridade da área, após a análise final do requerimento, será encaminhado ao interessado, pelo Chefe do Distrito, com aviso de recebimento, uma declaração de que o requerente se encontra apto a receber o título, computando-se o prazo de 60 (sessenta) dias do recebimento dessa declaração.

Apresentada a cópia do protocolo do órgão ambiental competente, a qualquer tempo, o DNPM poderá formular exigência para que o requerente comprove que tem adotado todas as providências necessárias para o fornecimento da licença ambiental, sob pena de indeferimento do requerimento de registro de licença.

Deve-se estar atento ao fato de que, se, por qualquer motivo, for indeferido o pedido de registro de licença, o interessado poderá interpor pedido de reconsideração no prazo de dez dias contados da publicação da decisão, nos termos do artigo 59 da Lei nº 9.784, de 29 de janeiro de 1999, observando-se o disposto no artigo 7º-A da Portaria nº 347, de 29 de setembro de 2004, com a redação dada pela Portaria nº 305, de 24 de novembro de 2005.

Ao ser interposto o pedido de reconsideração os requerimentos considerados prioritários que contemplem total ou parcialmente a respectiva área deverão permanecer com a análise suspensa até a decisão final do recurso.

É importante esclarecer, ainda, que o requerente poderá desistir do pedido de registro de licença, a qualquer tempo, mediante requerimento específico a ser protocolizado no Distrito competente ou remetido pelo correio. A desistência do pedido de registro de licença terá caráter irrevogável e irretratável e produzirá os seus efeitos na data de sua protocolização ou da postagem do requerimento de desistência, sendo a área colocada em disponibilidade na forma do artigo 26 do Código de Mineração. A desistência do pedido de registro de licença não implicará na devolução dos emolumentos recolhidos quando da protocolização do requerimento.

Além disso, a outorga do registro de licenciamento ficará condicionada à apresentação da licença ambiental expedida pelo órgão ambiental competente e será autorizado pelo Diretor Geral do DNPM e efetuado em livro próprio ou em meio magnético, do qual se formalizará extrato a ser publicado no Diário Oficial da União, valendo como título de licenciamento.

Deverá conter no título do registro de licenciamento as seguintes informações: número do registro de licença; nome do licenciado e do proprietário do solo ou posseiro; a data da licença; número da licença, quando houver; prazo do licenciamento; localidade, Município e Estado em que se situa a área; designação da substância mineral licenciada; número de inscrição do contribuinte licenciado no órgão competente do Ministério da Fazenda; endereço do licenciado; número do processo; área licenciada em hectares; e memorial descritivo da área licenciada.

A Portaria prevê ainda que, na hipótese da licença municipal não ter sido registrada na forma integral, o DNPM informará o fato ao titular para que este apresente, quando da eventual prorrogação do registro, licença de acordo com a área registrada.

Quanto ao prazo de validade do título de licenciamento, preconiza a Portaria que este será limitado ao menor prazo de validade dentre aqueles previstos na licença específica expedida pelo município, na autorização do proprietário do solo ou no assentimento da pessoa jurídica de direito público.

Além disso, na ausência de prazo de validade específico na licença municipal, no instrumento de autorização do proprietário do solo ou no assentimento do órgão público, este prazo será considerado como indeterminado. Deve-se observar que este prazo da licença municipal será computado a partir da data de sua expedição, se a licença não dispuser expressamente de outra forma.

Vale ressaltar que é admitida a redução da área registrada a qualquer tempo, desde que o titular, quando da protocolização do pedido, apresente novo memorial descritivo. Neste caso, o registro de licenciamento será retificado e a área descartada colocada em disponibilidade na forma do artigo 26 do Código de Mineração. Para tanto, o titular deverá cumprir com todas as obrigações legais referentes à área descartada, devidas até a data da publicação do novo registro de licenciamento e promover a recuperação ambiental da área eventualmente degradada.

Registre-se ainda que é admitido o englobamento de áreas contíguas de registros de licenciamento de um mesmo titular, respeitado o limite máximo de cinquenta hectares de área total. Para que seja efetivado o englobamento, um dos registros será retificado com a ampliação de sua área, observados os termos e condições dos elementos essenciais previstos nos incisos II e III do artigo 4º, da Portaria DNPM nº 266/2008, referentes aos demais processos que serão arquivados.

Depois de outorgado e publicado o título de licenciamento, a extração efetiva da substância mineral ficará condicionada à emissão e à vigência da licença ambiental de operação. A responsabilidade técnica pelos trabalhos de lavra deverá ser exercida por profissional legalmente habilitado, comprovada mediante anotação de responsabilidade técnica. A juízo do DNPM poderá ser exigida do titular do registro de licença, a qualquer tempo, a apresentação de plano de lavra ou plano de aproveitamento econômico, acompanhado da devida anotação de responsabilidade técnica.

Quanto ao prazo da licença de operação, o vencimento desta implica na suspensão imediata das atividades de lavra pelo titular, exceto na hipótese de prorrogação automática do prazo da licença ambiental, conforme está preconizado no § 4º do artigo 18 da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Deve ser ressaltado que o registro de licenciamento poderá ser sucessiva e indefinidamente prorrogado. Desta forma, o pedido de prorrogação do registro de licenciamento deverá ser protocolizado no Distrito do DNPM de situação da área licenciada até o último dia da vigência do título ou da prorrogação anteriormente deferida, instruído com os seguintes documentos: nova licença municipal, ou autorização do proprietário do solo ou assentimento do órgão público; e comprovante do pagamento dos emolumentos de averbação da prorrogação do registro de licenciamento, conforme valor fixado na Portaria DNPM nº 400, de 29 de setembro de 2008.

Além disso, quando ocorrer criação, incorporação, fusão ou desmembramento de municípios durante a vigência do registro de licenciamento, deverá ser apresentada licença da nova prefeitura municipal e das demais, quando abrangidas pela área licenciada.

Se expirado o prazo de qualquer documento anterior à decisão do pedido de prorrogação, o titular deverá protocolizar, em até trinta dias contados do vencimento do mesmo, novo documento, dispensando-se quaisquer exigências por parte do DNPM, sob pena de indeferimento do pedido de prorrogação.

Neste sentido, a prorrogação do registro de licenciamento independe da outorga de novo título e será objeto de decisão a ser exarada no prazo de até noventa dias contados da protocolização do pedido. Uma vez deferida, a prorrogação será anotada à margem do registro da licença em livro próprio ou em meio magnético.

Assim, considera-se prorrogado o prazo do registro de licença até a manifestação definitiva do DNPM, desde que atendido o disposto no artigo 22, *caput*, incisos I e II da Portaria DNPM 266/2008, respeitado o menor prazo dentre os previstos na nova licença municipal, na nova autorização do proprietário do solo ou no novo assentimento do órgão público.

Ressalte-se que o prazo da prorrogação do registro de licença será limitado ao menor prazo de validade dentre aqueles previstos na licença específica expedida pelo município, na autorização do proprietário do solo ou no assentimento da pessoa jurídica de direito público.

No caso de a licença ambiental de operação estar vencida quando do pedido de prorrogação do registro de licença, a prorrogação será deferida pela autoridade competente, cabendo ao titular suspender as atividades de lavra até obter a renovação da licença de operação.

No entanto, as atividades de lavra não deverão ser suspensas se o requerente comprovar, dispensada qualquer exigência por parte do DNPM, que requereu nova licença ambiental no prazo de até cento e vinte dias do termo final da licença anteriormente outorgada, hipótese em que a licença ambiental fica prorrogada até decisão definitiva do órgão ambiental conforme determina o § 4º, do artigo 18, da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Contudo, o requerimento de prorrogação do título de licenciamento será indeferido e a área colocada em disponibilidade nos termos do artigo 26 do Código de Mineração, quando: apresentado fora do prazo fixado no artigo 22, *caput*, da Portaria DNPM nº 266/2008; desacompanhado dos documentos referidos no inciso I do artigo 22 da Portaria DNPM nº 266/2008; quando os prazos de validade dos documentos referidos no inciso I do artigo 22, da Portaria DNPM nº 266/2008, estiverem vencidos sem que o titular tenha apresentado novo documento; desacompanhado do comprovante de pagamento dos emolumentos referido no inciso II do artigo 22, da Portaria DNPM nº 266/2008; e quando não atendida exigência de forma satisfatória ou no prazo próprio.

Além disso, o registro de licenciamento poderá ser cancelado, anulado ou cassado por meio de procedimento que garanta ao titular a oportunidade do contraditório e da ampla defesa. O procedimento será instaurado pelo Chefe do Distrito, que encaminhará ao titular notificação com aviso de recebimento.

O titular poderá apresentar defesa no prazo de trinta dias contados do aviso de recebimento. O não acatamento da defesa por parte do Chefe do Distrito ensejará o encaminhamento do processo ao Diretor Geral do DNPM para decisão final.

Assim, o título de licenciamento será cancelado nos casos previstos no § 3º, do artigo 7º, e no artigo 10 da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978.

Vale lembrar também que o registro de licenciamento será declarado nulo quando outorgado em desacordo com as normas legais pertinentes e na hipótese de comprovação de falsidade, material ou ideológica, de qualquer dos documentos de instrução do processo.

E o registro de licenciamento poderá também ser cassado quando: o titular permanecer no inadimplemento de uma obrigação legal, depois de aplicadas as demais sanções previstas; ou a licença municipal, a autorização do proprietário do solo ou o assentimento da pessoa jurídica de direito público tiver sido cassada, revogada ou anulada.

Por outro lado, o titular poderá renunciar ao registro de licenciamento. Neste caso, a renúncia ao registro de licenciamento poderá ser protocolizada mediante requerimento específico, terá caráter irrevogável e irretratável e produzirá os seus efeitos na data de sua protocolização no DNPM.

Na ausência de pedido de prorrogação do registro de licença a área ficará livre para novos requerimentos no primeiro dia útil após a data do vencimento do título.

Além disso, a renúncia, o cancelamento, a anulação, a cassação e o indeferimento do pedido de prorrogação do registro de licença também implicam na disponibilidade da área para pesquisa mineral nos termos do artigo 26 do Código de Mineração, a ser efetivada mediante despacho específico de Autoridade do DNPM.

Vale destacar ainda que é permitida a mudança do regime de licenciamento para o regime de autorização e do regime de autorização para o regime de licenciamento, desde que: requerida na fase de requerimento do título até o termo final de vigência do prazo do alvará de pesquisa ou do registro de licenciamento; e o titular esteja em dia com o pagamento da taxa anual por hectare e da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM.

Neste caso, é vedada a alteração da substância mineral requerida ou objeto do título minerário, exceto se o titular tiver comunicado a existência de outra substância mineral útil na forma do parágrafo único do artigo 29, do Código de Mineração e do artigo 7º, da Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978. Protocolizado o requerimento de mudança de regime é vedada, até a outorga do título minerário objetivado, a averbação de cessão de direitos.

Ainda nesta possibilidade, isto é, na mudança do regime de licenciamento para o regime de autorização, o titular deverá apresentar requerimento de mudança de regime mediante formulário padronizado de pré-requerimento eletrônico, acompanhado de pré-requerimento eletrônico de alvará de pesquisa nos termos da Portaria DNPM nº 268, de 27 de setembro de 2005, observando o disposto no artigo 16 do Código de Mineração.

E neste ato de protocolização dos documentos será instaurado novo processo de requerimento de autorização de pesquisa que será amarrado ao processo de registro de licença.

Excepcionalmente, se a poligonal da área relativa ao título de licenciamento for constituída de lados com rumos diversos, será permitida, nesta hipótese, a autorização de pesquisa com rumos diversos, a critério do DNPM.

Assim, outorgada a autorização de pesquisa, o título de licenciamento continuará em vigor, respeitada sua validade e eventuais prorrogações, até a outorga da portaria de lavra, quando será efetuada a baixa na transcrição do registro de licenciamento com o arquivamento dos respectivos autos.

Finalmente, se exaurido o prazo do registro de licença sem que o titular tenha requerido a sua prorrogação, será efetuada a baixa na transcrição do registro de licença com o arquivamento dos autos e o processo referente à autorização de pesquisa prosseguirá nos seus trâmites normais, sendo vedado ao titular, nesta hipótese, a realização de quaisquer atividades de lavra até a outorga da respectiva portaria, salvo se autorizado mediante guia de utilização.

Além disso, é dever do titular de licenciamento comunicar imediatamente ao DNPM, a ocorrência de qualquer substância mineral útil não compreendida no Registro de Licença. Se o bem mineral não puder ser aproveitado pelo regime de licenciamento, o DNPM expedirá ofício ao titular do registro de licenciamento, concedendo-lhe o prazo de sessenta dias,

contados da publicação da respectiva intimação no Diário Oficial da União, para requerer a competente autorização de pesquisa, na forma do artigo 16 do Código de Mineração, sob pena de cancelamento do registro de licenciamento.

No entanto, ocorrendo substância mineral, cujo aproveitamento faz-se também através do Regime de Licenciamento e não constante da licença registrada no DNPM e, pretendendo o titular do licenciamento também aproveitá-la, deve obter nova licença na Prefeitura Municipal e solicitar ao DNPM a sua averbação à margem do competente registro de licenciamento.

2.2. Regime de Autorização e Concessão

O aproveitamento de substâncias minerais através do Regime de Autorização e Concessão segue a regra geral do Código de Mineração, isto é, estando livre a área onde ocorrem as substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, será atribuído o Direito de Prioridade a quem primeiro protocolizar no DNPM, o seu Requerimento de Autorização de Pesquisa¹.

O Direito de Prioridade é a precedência de entrada do Requerimento de Autorização de Pesquisa no protocolo do DNPM, objetivando área considerada livre. Se o Requerimento de Autorização de Pesquisa não estiver sujeito a indeferimento de plano, ele adquire o Direito de Prioridade e será, após as formalidades legais, publicado o respectivo alvará de autorização de pesquisa.

2.2.1. Instrução do Requerimento

O requerimento de autorização de pesquisa deve ser instruído com todos os elementos de informação e prova relacionados nos incisos do artigo 16, do Código de Mineração, quais sejam:

- (i) nome, indicação da nacionalidade, do estado civil, da profissão, do domicílio e do número de inscrição no Cadastro de Pessoas Físicas do Ministério da Fazenda, do requerente, pessoa natural. Em se tratando de pessoa jurídica, razão social, número do registro de seus atos constitutivos no Órgão de Registro de Comércio competente, endereço e número de inscrição no Cadastro Geral dos Contribuintes do Ministério da Fazenda;

¹ No Regime de Autorização e Concessão não há necessidade que o proprietário do solo autorize que sejam explotados agregados para a construção civil em sua propriedade superficiária, como ocorre necessariamente com o Regime de Licenciamento.

- (ii) prova de recolhimento dos respectivos emolumentos;
- (iii) designação das substâncias a pesquisar;
- (iv) indicação da extensão superficial da área objetivada, em hectares, e do Município e Estado em que se situa;
- (v) memorial descritivo da área pretendida, elaborado nos termos definidos na Portaria DNPM nº 15, de 13 de janeiro de 1997;
- (vi) planta de situação, cuja configuração e elementos de informação estão estabelecidos na Portaria DNPM nº 15, de 13 de janeiro de 1997;
- (vii) plano dos trabalhos de pesquisa, acompanhado do orçamento e cronograma previstos para sua execução.

A ausência de qualquer uma dessas informações ou comprovações resulta no indeferimento de plano do requerimento de autorização de pesquisa, cuja consequência é a área pleiteada não adquirir o Direito de Prioridade previsto na letra “a”, do artigo 11, do Código de Mineração.

A partir do dia 2 de maio de 2006, a Portaria DNPM nº 268/2005 instituiu o pré-requerimento eletrônico de direitos minerários, por meio da rede mundial de computadores – Internet, para fins de obtenção de alvará de pesquisa e de registro de licença.

Assim, ao ser enviado o pré-requerimento ao DNPM pela Internet, o sistema gera automaticamente para o requerente uma ficha resumo de confirmação do procedimento contendo os dados do titular, da substância de interesse, um código alfanumérico sigiloso e um código de barras, além de arquivo para impressão dos novos formulários padronizados com o que o interessado poderá, no prazo de até trinta dias, apresentar o requerimento em meio impresso no protocolo do Distrito, de situação da área pretendida.

As informações recebidas pelo sistema do DNPM são criptografadas e mantidas numa base temporária e recuperadas no ato da protocolização do requerimento, quando o funcionário do DNPM, após a conferência da documentação, faz uso do código alfanumérico e da respectiva ficha resumo de confirmação do pré-requerimento, com o que gerará a etiqueta, formará o processo e alimentará o Cadastro Mineiro.

Vale lembrar que a não apresentação do requerimento impresso no protocolo do Distrito do DNPM de situação da área, no prazo de trinta dias, implica na perda das informações decorrentes do pré-requerimento e constantes da base temporária do DNPM, com a consequente invalidação do código alfanumérico gerado.

Desta forma, o pré-requerimento por si só não gera o direito de prioridade de que trata a letra “a”, do artigo 11, do Código Mineração, pois somente será considerado para fins do estudo da área requerida, após o ingresso do requerimento no protocolo do respectivo Distrito do DNPM.

Além disso, os elementos informativos de instrução dos requerimentos de autorização de pesquisa são de preenchimento obrigatório e devem constar de campos específicos na estrutura do pré-requerimento eletrônico, disponíveis em meio eletrônico pelo DNPM.

Uma vez protocolizado o requerimento de autorização de pesquisa no DNPM, este poderá ainda ser indeferido de plano e, neste caso, a área não adquire o Direito de Prioridade. Neste caso, porém, a área não será colocada em disponibilidade. Se, no entanto, o requerimento de autorização de pesquisa for indeferido por não cumprimento de exigências ou se cumprida fora do prazo fixado pelo DNPM, o requerimento de autorização de pesquisa será indeferido e, nesta hipótese, a área será colocada em disponibilidade para pesquisa, nos termos do artigo 26, do Código de Mineração, o qual está regulamentado pela Portaria Ministerial nº 12/1997 e pela Portaria DNPM nº 268/2008.

Assim, estando o requerimento de autorização de pesquisa devidamente instruído, o DNPM outorgará e publicará no Diário Oficial da União, o alvará de autorização de pesquisa. Ressalte-se ainda que esse título poderá ser cedido e transferido para terceiros, desde que requerido ao DNPM, o qual dará a prévia anuência e autoriza a averbação da cessão do alvará de pesquisa, tudo conforme as disposições da Portaria DNPM nº 199/2006.

Uma vez que este tipo de exploração pode ser feito por pessoas que não são proprietárias do solo, é necessário, neste caso, que seja celebrado um acordo entre o minerador e o dono ou posseiro da terra, a título de indenização pelos danos e prejuízos que possam ser causados ao terreno, pelos trabalhos de pesquisa.

Deste modo, caso o Titular do alvará de autorização de pesquisa não seja o proprietário ou posseiro e nem junte ao processo prova do acordo celebrado com eles, o Diretor Geral do DNPM, no prazo de três dias, enviará ao Juiz de Direito da Comarca onde estiver situada a ocorrência mineral, cópia do alvará de autorização de pesquisa e o respectivo plano de pesquisa para que seja feita a avaliação com vistas a estabelecer o valor da indenização.

Concluída pelo Juiz de Direito, na forma do artigo 27, do Código de Mineração, a avaliação da renda pela ocupação do imóvel e uma indenização pelos danos e prejuízos que possam ser causados à propriedade pelos trabalhos de pesquisa, o titular do alvará de autorização de pesquisa deve depositar a quantia correspondente ao valor da renda e a caução para pagamento das indenizações.

Feitos esses depósitos, o Juiz, dentro de oito dias, intimará os proprietários ou posseiros do solo a permitirem a execução dos trabalhos de pesquisa, e comunicará seu despacho ao Diretor Geral do DNPM e, mediante requerimento do titular da pesquisa, às autoridades policiais locais, para garantirem a execução dos trabalhos de prospecção mineral.

Deve ser ressaltado que não poderão ser iniciados os trabalhos de pesquisa, antes de efetuado o pagamento da importância relativa à indenização e de fixada a renda pela ocupação do terreno abrangido pela área do alvará de autorização de pesquisa.

Cabe destacar ainda que, conforme dispõe a Portaria DNPM nº 292/2004, o prazo de validade do alvará de autorização de pesquisa, para substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, é de dois anos.

Entretanto, esse prazo do alvará de pesquisa poderá ser prorrogado por até igual período, desde que a prorrogação seja requerida até sessenta dias antes de expirar o prazo do alvará de pesquisa, devendo o requerimento ser instruído com um relatório dos trabalhos de pesquisa até então efetuados e justificativa da necessidade do prosseguimento dos trabalhos de pesquisa. Essas regras legais estão previstas no inciso III, do artigo 22, do Código de Mineração, e na Portaria DNPM nº 23/1997. A prorrogação do prazo de vigência do alvará de autorização de pesquisa independe da expedição de novo alvará, contando-se o prazo da prorrogação a partir da data de publicação no Diário Oficial da União, do despacho que deferir o pedido.

2.2.2. Extração de Substâncias Minerais

A extração de substâncias minerais em áreas de alvará de autorização de pesquisa não é permitida. No entanto, é admitida em caráter excepcional, durante os trabalhos de prospecção mineral. Neste sentido, o DNPM, através da Portaria DNPM nº 144, de 3 de maio de 2007, regulamentou a extração de substâncias minerais, antes da outorga da Portaria de Concessão de Lavra, através de guia de utilização.

Desta forma, são consideradas como excepcionais, as seguintes situações para efeito de emissão de guia de utilização para substâncias minerais de emprego imediato na construção civil: aferição da viabilidade técnico-econômica da lavra de agregados da construção civil no mercado nacional; e a comercialização de substâncias minerais face à necessidade de fornecimento continuado da substância, visando garantia de mercado, bem como para custear os trabalhos de pesquisa.

A competência para a outorga de guia de utilização é do Chefe do Distrito, em cuja jurisdição está localizada a área do alvará de autorização de pesquisa. Todavia, compete ao Diretor Geral do DNPM, a emissão de guia de utilização para substância mineral não prevista na Tabela do Anexo II² da Portaria DNPM nº 144/2007; para quantidade que exceda o limite máximo fixado na mesma Tabela, cabendo ao Distrito Regional competente, analisar o pedido, instruir o processo e encaminhá-lo à Sede do DNPM, para decisão do Diretor Geral; e após a vigência do prazo do alvará de pesquisa, com relatório final de pesquisa positivo apresentado ao DNPM e pendente de decisão.

Contudo, há limites para a exploração de substâncias com guias de utilização. Assim, as quantidades máximas de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, que podem ser explotadas através de guia de utilização, são: areia, 30.000 metros cúbicos; brita, 30.000 metros cúbicos; cascalho 5.000 metros cúbicos; e saibro 10.000 metros cúbicos.

A primeira guia de utilização será pleiteada pelo titular do alvará de autorização de pesquisa, em requerimento dirigido ao Chefe do Distrito, a ser protocolizado no Distrito do DNPM, em cuja jurisdição está localizada a área do alvará de pesquisa, devendo conter os seguintes elementos de informação e

² A tabela do Anexo II contém informações sobre todas as substâncias minerais e respectivas quantidades máximas para fins de emissão de Guia de Utilização.

prova: justificativa técnica e econômica³, elaborada por profissional legalmente habilitado, descrevendo, no mínimo, as operações de decapeamento, desmonte, carregamento, transporte, sistema de disposição de materiais e as medidas de controle ambiental, reabilitação da área minerada e as de proteção à segurança e à saúde do trabalhador; indicação da quantidade de substância mineral a ser extraída; e planta em escala apropriada com indicação dos locais onde ocorrerá a extração mineral, por meio de coordenadas em sistema global de posicionamento – GPS, datum SAD 69, dentro dos limites da área do alvará de pesquisa, sendo plotados em bases georeferenciadas. Além dessas exigências, o DNPM poderá, a seu exclusivo critério, solicitar dados adicionais necessários à análise do pedido.

Para o fornecimento de nova guia de utilização, o titular do alvará de pesquisa deverá instruir o pedido com os seguintes documentos: relatório parcial de atividades de pesquisa mineral até então desenvolvidas ou relatório final de pesquisa, incluindo informações sobre as atividades de extração; nova justificativa técnico-econômica, mas apenas se for prevista modificação nas condições operacionais; comprovação do recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais - CFEM, referente à quantidade da substância mineral extraída; e licença ambiental vigente.

Vale lembrar que, se estiver pendente de análise requerimento de prorrogação da autorização de pesquisa, relatório final dos trabalhos de pesquisa ou requerimento de concessão de lavra, o pedido de nova guia de utilização será apreciado de forma simultânea à análise do evento pendente, podendo ser emitida a guia de utilização sem vistoria imediata da área, a critério do DNPM

E, para que não haja interrupção das atividades de extração, o titular do alvará de pesquisa deverá protocolizar o requerimento de uma nova guia de utilização, no prazo de até sessenta dias antes do vencimento da guia de utilização vigente. Assim, até que o DNPM decida sobre o requerimento de nova guia de utilização, fica assegurada a continuidade dos trabalhos de extração nas condições fixadas na guia de utilização anteriormente emitida.

³ A portaria DNPM nº 144/2007 não exige um Plano de Aproveitamento Econômico para o fornecimento de guia de utilização, mas tão somente uma justificativa técnica e econômica, descrevendo, no mínimo, as operações de decapeamento, desmonte, carregamento, transporte, se for o caso, sistema de disposição de materiais e as medidas de controle ambiental, reabilitação da área minerada e as de proteção à segurança e à saúde do trabalhador.

No entanto, o prazo de validade da guia de utilização não poderá ser superior à vigência da licença ambiental apresentada ou da vigência do alvará de pesquisa, quando em vigor, prevalecendo o prazo que vier a vencer primeiro. Neste caso, isto é, vencido o prazo de vigência da autorização de pesquisa, a primeira guia de utilização somente será emitida após a prorrogação do prazo do alvará ou após a aprovação do relatório final de pesquisa. Outorgada a Portaria de Concessão de Lavra a guia de utilização perde sua eficácia. E, na hipótese de extinção do direito minerário, por qualquer motivo, a guia de utilização perderá a sua eficácia, cabendo ao titular do alvará de pesquisa paralisar, imediatamente, as atividades de extração mineral e promover a completa recuperação da área onde se desenvolveram os trabalhos de exploração do bem mineral.

O Minerador deve ainda estar atento para algumas peculiaridades deste regime de exploração. Desta forma, o titular do alvará de pesquisa que tenha obtido guia de utilização, é obrigado a cumprir com as seguintes obrigações: confiar a direção dos trabalhos de extração a técnico legalmente habilitado ao exercício da profissão; não dificultar ou impossibilitar o aproveitamento ulterior da ocorrência mineral ou jazida; responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da extração; promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local; evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos; evitar poluição do ar ou da água, que possa resultar dos trabalhos de extração; tomar as providências indicadas pela fiscalização dos órgãos federais; manter a frente de lavra em bom estado, no caso de eventual interrupção temporária dos trabalhos de extração, de modo a permitir a retomada das operações; e apresentar ao DNPM, até o dia 15 de março de cada ano, Relatório das Atividades de Extração (RAE) realizadas no ano anterior, conforme Modelo constante no Anexo III da Portaria DNPM nº 144/2007⁴.

Vale lembrar ainda que, na hipótese de inobservância das obrigações de que tratam os artigos 15 e 16 da mencionada Portaria, bem como se constatada a extração em desacordo com os critérios fixados na guia de utilização, o DNPM tomará as providências cabíveis, inclusive com a comunicação do fato ao órgão ambiental competente e ao Ministério Público Federal, em decorrência dos preceitos da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, que dispõe sobre os crimes ambientais, sem prejuízo das sanções previstas na legislação minerária.

⁴ Se extinto o direito minerário, o Relatório das Atividades de Extração (ERA) deverá ser apresentado no prazo de trinta dias contado da extinção do direito, informando ao DNPM as atividades de extração desenvolvidas até aquela data.

2.2.3. Mudança no Regime de Concessão

Existe ainda a possibilidade, prevista na Portaria DNPM nº 266/2008, de o minerador optar pela mudança do Regime de Autorização e Concessão para o Regime de Licenciamento. Neste caso, o titular deverá apresentar requerimento de mudança de regime mediante formulário padronizado de pré-requerimento eletrônico, acompanhado de pré-requerimento eletrônico de registro de licença, conforme está disposto na Portaria DNPM nº 268, de 27 de setembro de 2005.

Neste caso, ou seja, no ato de protocolização dos documentos será instaurado novo processo de requerimento de registro de licença que será amarrado ao processo de autorização de pesquisa.

Além disso, a publicação do título de licenciamento implicará na baixa na transcrição da autorização de pesquisa e no arquivamento do respectivo processo, cabendo ao titular o cumprimento de todas as obrigações inerentes ao título até a data da publicação do registro de licença.

Na hipótese de o requerimento de opção de mudança de regime vir a ser protocolizado antes de completado um terço do prazo de vigência da autorização de pesquisa, fica o titular dispensado da apresentação do relatório dos trabalhos de pesquisa realizados.

Assim, vencido o alvará de pesquisa antes da publicação do registro de licença sem que o titular tenha requerido a sua prorrogação, será efetuada baixa na transcrição do título, prosseguindo-se o requerimento de registro de licença nos seus ulteriores termos.

2.2.4. Requerimento de Concessão de Lavra

A lavra se constitui em um conjunto de operações coordenadas objetivando o aproveitamento industrial da jazida, desde a extração das substâncias minerais úteis que contiver, até o beneficiamento das mesmas. No caso das substâncias minerais de emprego na construção civil, elas não podem ser submetidas a processo industrial de beneficiamento e também não podem se destinar como matéria-prima à indústria de transformação, sejam elas aproveitadas através do Regime de Licenciamento ou do Regime de Autorização e Concessão.

O requerimento de concessão de lavra deverá ser dirigido ao Ministro de Estado de Minas e Energia e deverá ser instruído com os seguintes elementos de informação e prova: certidão de registro, no Departamento Nacional de Registro do Comércio, da entidade constituída; designação das substâncias minerais a lavrar, com indicação do alvará de pesquisa outorgado, e de aprovação do respectivo Relatório; denominação e descrição da localização do campo pretendido para a lavra, relacionando-o, com precisão e clareza, aos vales dos rios ou córregos, constantes de mapas ou plantas de notória autenticidade e precisão, e estradas de ferro e rodovias, ou, ainda, a marcos naturais ou acidentes topográficos de inconfundível determinação; suas confrontações com autorização de pesquisa e concessões de lavras vizinhas, se as houver, e indicação do Distrito, Município, Comarca e Estado, e, ainda, nome e residência dos proprietários do solo ou posseiros; definição gráfica da área pretendida, delimitada por figura geométrica formada, obrigatoriamente, por segmentos de retas com orientação Norte-Sul e Leste-Oeste verdadeiros, com dois de seus vértices, ou excepcionalmente um, amarrados a ponto fixo e inconfundível do terreno, sendo os vetores de amarração definidos por seus comprimentos e rumos verdadeiros, e configuradas, ainda, as propriedades territoriais por ela interessadas, com os nomes dos respectivos superficiários, além de planta de situação; servidões de que deverá gozar a mina; plano de aproveitamento econômico da jazida; prova de disponibilidade de fundos ou da existência de compromissos de financiamento, necessários para a execução do plano de aproveitamento econômico e operação da mina.

Além disso, o Plano de Aproveitamento Econômico da jazida deverá se constituir de Memorial explicativo e Projetos ou anteprojetos referentes ao método de mineração a ser adotado, fazendo referência à escala de produção prevista inicialmente e à sua projeção; ao transporte na superfície; às instalações de energia, de abastecimento de água e condicionamento de ar; à higiene da mina e dos respectivos trabalhos; às moradias e suas condições de habitabilidade para todos os que residem no local da mineração.

Uma vez publicada a Portaria de Concessão de Lavra, a concessionária deverá recolher uma taxa de emolumentos e requerer a imissão de posse da jazida, no prazo de noventa dias, contados da publicação da Portaria. E, sob pena de sanções, a concessionária é obrigada a iniciar os trabalhos previstos no plano de lavra, dentro do prazo de seis meses, contados da data da publicação da Portaria de Concessão no Diário Oficial da União, salvo motivo de força maior, a juízo do DNPM;

O minerador tem, conseqüentemente, diversas obrigações para proteger tanto a jazida – para posterior aproveitamento – como o meio ambiente. Assim, deve lavrar a jazida de acordo com o plano de lavra aprovado pelo DNPM, e cuja segunda via, devidamente autenticada, deverá ser mantida no local da mina; extrair somente as substâncias minerais indicadas na Portaria de Concessão; comunicar imediatamente ao DNPM o descobrimento de qualquer outra substância mineral não incluída na Portaria de Concessão; executar os trabalhos de mineração com observância das normas regulamentares; confiar, obrigatoriamente, a direção dos trabalhos de lavra a técnico legalmente habilitado ao exercício da profissão; não dificultar ou impossibilitar, por lavra ambiciosa, o aproveitamento ulterior da jazida; responder pelos danos e prejuízos a terceiros, que resultarem, direta ou indiretamente, da lavra; promover a segurança e a salubridade das habitações existentes no local; evitar o extravio das águas e drenar as que possam ocasionar danos e prejuízos aos vizinhos; evitar poluição do ar, ou da água, que possa resultar dos trabalhos de mineração; tomar as providências indicadas pela Fiscalização dos Órgãos Federais; não suspender os trabalhos de lavra, sem prévia comunicação ao DNPM; manter a mina em bom estado, no caso de suspensão temporária dos trabalhos de lavra, de modo a permitir a retomada das operações; e apresentar ao DNPM - até o dia 15 de março de cada ano, relatório das atividades realizadas no ano anterior.

3. LEGISLAÇÃO AMBIENTAL

São três as Licenças Ambientais indispensáveis à obtenção de direito mineral para exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil: Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI e Licença de Operação – LO, seja através do Regime de Licenciamento, seja através do Regime de Autorização e Concessão.

3.1. Registro de Licenciamento

O licenciamento ambiental, indispensável para a outorga e publicação do Registro de Licenciamento, está disciplinado pela Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990.

Para a solicitação da Licença Prévia - LP, de Instalação - LI e de Operação - LO deverão ser apresentados os documentos relacionados nos Anexos I, II e III dessa Resolução nº 10/1990, de acordo com o tipo de

empreendimento e fase em que se encontre. Caso o empreendimento necessite ser licenciado por mais de um Estado, dada a sua localização ou abrangência de sua área de influência, os órgãos estaduais deverão manter entendimento prévio no sentido de, na medida do possível, uniformizar as exigências a serem formuladas, para que não acarretem ao minerador dispêndios perfeitamente evitáveis.

A critério do órgão ambiental competente, o empreendimento, em função de sua natureza, localização, porte e demais peculiaridades, poderá ser dispensado da apresentação dos Estudos de Impacto Ambiental - EIA e do respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA. É o caso do aproveitamento dos agregados da construção civil que não acarretam danos muito significativos ao meio ambiente.

Todavia, na hipótese da dispensa de apresentação dos EIA/RIMA, o minerador deverá apresentar um Relatório de Controle Ambiental - RCA, elaborado de acordo com as diretrizes a serem estabelecidas pelo órgão ambiental.

A Licença Prévia deverá ser requerida ao órgão ambiental, ocasião em que o minerador deverá apresentar os Estudos de Impacto Ambiental com o respectivo Relatório de Impacto Ambiental ou o Relatório de Controle Ambiental e demais documentos necessários. Neste caso, o órgão ambiental competente, após a análise da documentação pertinente, decidirá sobre a concessão da Licença Prévia.

É necessária, ainda, a Licença de Instalação. Esta deverá ser requerida ao órgão ambiental competente, ocasião em que o minerador deverá apresentar o Plano de Controle Ambiental - PCA, que conterà os projetos executivos de minimização dos impactos ambientais avaliados na fase da Licença Prévia, acompanhado dos demais documentos necessários.

O órgão ambiental analisa o Plano de Controle Ambiental - PCA do empreendimento e a documentação pertinente e decide sobre o fornecimento da Licença de Instalação. Quando for necessário, o órgão ambiental solicitará ao minerador, a autorização de desmatamento, nos termos preconizados na Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.

Em seguida, após a análise e aprovação do Plano de Controle Ambiental - PCA, o órgão ambiental expedirá a Licença de Instalação - LI, comunicando ao minerador que deverá solicitar a Licença de Operação - LO. O Registro de Licença será então outorgado e publicado pelo DNPM, após a apresentação da Licença de Instalação.

Depois da obtenção do Registro de Licença e da implantação dos projetos constantes do Plano de Controle Ambiental - PCA, aprovados quando do fornecimento da Licença de Instalação, o minerador deverá requerer a Licença de Operação, apresentando a documentação necessária.

Em sequência, o órgão ambiental, após a verificação e comprovação da implantação dos projetos constantes do Plano de Controle Ambiental - PCA e análise da documentação pertinente, decidirá sobre a concessão da Licença de Operação. Se o órgão ambiental competente negar a Licença, em qualquer de suas modalidades, deverá comunicar o fato ao minerador e ao DNPM, informando os motivos do indeferimento. Todavia, dessa decisão indeferitória cabe recurso.

Finalmente, deve ser ressaltado que o Titular do Registro de Licença somente poderá iniciar a extração e comercialização dos agregados para a construção civil, após a obtenção da Licença de Operação.

3.2. Autorização de Pesquisa

A outorga e publicação de alvará de autorização de pesquisa não depende de prévio licenciamento ambiental para ser outorgado e publicado, mesmo que a área pleiteada esteja dentro de Unidade de Conservação Ambiental. Neste caso, porém, o Titular da Autorização depende de prévia autorização do órgão ambiental que a administra, para poder iniciar os trabalhos de prospecção mineral. É o que está preconizado expressamente no artigo 17, da Lei 7.805, de 18 de julho de 1989.

Se durante a vigência do alvará de autorização de Pesquisa, o respectivo titular pretender extrair e comercializar agregados para a construção civil, deve, previamente, obter guia de utilização a ser fornecida pelo DNPM.

O órgão ambiental competente, ao negar a concessão da Licença, em qualquer de suas modalidades, comunicará o fato ao minerador e ao DNPM, informando os motivos do indeferimento. Todavia, dessa decisão indeferitória cabe recurso.

3.3. Guia de Utilização

O licenciamento ambiental, necessário para a outorga de guia de utilização para extração e comercialização de agregados para a construção civil, está disciplinado pela Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990.

O titular do alvará de autorização de pesquisa deverá requerer, ao órgão ambiental competente, a Licença de Operação para pesquisa mineral, apresentando o plano de pesquisa mineral, com a avaliação do impacto ambiental e as medidas mitigadoras a serem adotadas. Essa exigência também está prevista no § 1º, do artigo 1º, da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

As solicitações da Licença Prévia - LP, da Licença de Instalação - LI e da Licença de Operação - LO deverão ser acompanhadas dos documentos relacionados nos Anexos I, II e III dessa Resolução CONAMA nº 9/1990 e o pedido de licenciamento ambiental terá os mesmos procedimentos e tramitação para obtenção das Licenças exigidas para o Registro de Licenciamento.

É importante destacar que a Licença de Operação é fundamental para que o Titular do alvará de autorização de pesquisa, com guia de utilização, possa iniciar a extração e comercialização dos agregados para a construção civil.

Assim, se o órgão ambiental competente negar a concessão da Licença, em qualquer de suas modalidades, deverá comunicar o fato ao minerador e ao DNPM, informando os motivos do indeferimento. Todavia, dessa decisão indeferitória cabe recurso.

3.4. Concessão de Lavra

A outorga e publicação de Portaria de Concessão de Lavra, estando a área pleiteada dentro ou fora de Unidade de Conservação Ambiental, depende de prévio licenciamento ambiental (Licença Prévia - LP, da Licença de

Instalação - LI e da Licença de Operação - LO)⁵, nos termos do artigo 16, da Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989. No entanto, se a área estiver fora de Unidade de Conservação Ambiental, basta a Licença de Instalação para que a Portaria de Concessão de Lavra seja outorgada e publicada, de acordo com o artigo 6º, da Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990. Essa exigência também está prevista no § 1º, do artigo 1º, da Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Assim, para as áreas situadas fora de Unidade de Conservação Ambiental, uma vez obtida a Portaria de Concessão de lavra e implantados os projetos constantes do Plano de Controle Ambiental - PCA, aprovados quando da concessão da Licença de Instalação, o minerador deverá requerer a Licença de Operação, apresentando a documentação necessária.

O órgão ambiental competente verifica então a implantação dos projetos constantes do Plano de Controle Ambiental – PCA, analisa a documentação pertinente e decide sobre a concessão da Licença de Operação.

Se negar a concessão da Licença, em qualquer de suas modalidades, o órgão ambiental deve comunicar o fato ao minerador e ao DNPM, informando os motivos do indeferimento. Todavia, esta decisão indeferitória é passível de recurso.

4. LEGISLAÇÃO TRIBUTÁRIA

Além dos tributos incidentes na comercialização de agregados da construção civil, seja o aproveitamento através do Regime de Licenciamento, seja através do Regime de Autorização e Concessão, é devido ao proprietário do solo o direito à participação nos resultados da lavra.

A participação nos resultados da lavra será de cinquenta por cento do valor total devido aos Estados, Distrito Federal, Municípios e órgãos da administração direta da União, a título de Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

⁵ As solicitações dessas Licenças (LP, LI e LO) deverão ser acompanhadas dos documentos relacionados nos Anexos I, II e III dessa Resolução Conama nº 10/1990 e o pedido ambiental terá os mesmos procedimentos e tramitação para obtenção das Licenças exigidas para o registro de licença ou para a guia de utilização.

A CFEM, que substituiu o Imposto Único sobre Minerais – IUM, foi estabelecida pela Constituição Federal de 1988 em seu § 1º, do artigo 20. É devido aos Estados, ao Distrito Federal, aos Municípios e a Órgãos da União Federal, na forma de participação no resultado da exploração de recursos minerais no respectivo território.

Esse mandamento constitucional foi regulamentado pela Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, a qual estabelece que a compensação financeira pela exploração de recursos minerais, para fins de aproveitamento econômico, será de até 3% (três por cento) sobre o valor do faturamento líquido resultante da venda do produto mineral, obtido após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial.

Para as substâncias minerais de emprego imediato na construção civil, a Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, estabeleceu que é de 2% o percentual da CFEM. Estabeleceu também que, para efeito do cálculo da compensação financeira de que trata o artigo 6º da Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989, entende-se por faturamento líquido o total das receitas de venda, excluídos os tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, as despesas de transporte⁶ e as de seguro.

Quanto à competência para baixar normas e exercer a fiscalização sobre a arrecadação da CFEM, esta é exclusiva do DNPM, a teor do que preconiza a Lei nº 8.876, de 2 de maio de 2004, que autorizou o Poder Executivo a instituir o DNPM como Autarquia.

Constitui fato gerador da compensação financeira devida pela exploração de recursos minerais, a saída por venda do produto mineral das áreas da jazida, mina, salina ou de outros depósitos minerais de onde provém, ou o de quaisquer estabelecimentos, sempre após a última etapa do processo de beneficiamento adotado e antes de sua transformação industrial. Equipara-se à saída por venda, o consumo ou a utilização da substância mineral em processo de industrialização realizado dentro das áreas da jazida, mina, salina ou outros depósitos minerais, suas áreas limítrofes e ainda em qualquer estabelecimento.

De acordo com o Código de Mineração, a compensação financeira pela exploração de substâncias minerais deve ser lançada mensalmente pelo devedor. O lançamento deve ser efetuado em documento próprio, que

⁶ As despesas de transporte compreendem as pagas ou incorridas pelo titular do direito minerário com a substância mineral.

contendo a descrição da operação que lhe deu origem, o produto a que se refere o respectivo cálculo, as parcelas destacadas, e a discriminação dos tributos incidentes, das despesas de transporte e de seguro, de forma a tornar possível suas corretas identificações.

Já o pagamento da CFEM deve ser efetuado mensalmente, até o último dia do segundo mês subsequente ao fato gerador, devidamente corrigido, através de Guia de Recolhimento da União – GRU, em qualquer agência bancária, até a data de vencimento.

Quanto aos tributos incidentes sobre a comercialização do produto mineral, sejam os federais - PIS/PASEP e CONFINS - seja o Estadual – ICMS -, devem ser deduzidos da composição da base de cálculo da CFEM.

5. NORMAS REGULADORAS E PROCEDIMENTOS INSTITUCIONAIS

As normas legais que disciplinam a outorga de Títulos Minerários para a exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil estão relacionadas a seguir. Estão incluídas as que tratam do fornecimento de Licenças Ambientais e as que preceituam sobre a incidência, recolhimento e demais procedimentos sobre a CFEM.

DIREITO MINERAL

Código de Mineração, § 2º, do artigo 22

“§ 2º - É admitida, em caráter excepcional, a extração de substâncias minerais em área titulada, antes da outorga da concessão de lavra, mediante prévia autorização do DNPM, observada a legislação ambiental pertinente.”

Lei nº 6.567, de 24 de setembro de 1978

Dispõe sobre regime especial para exploração e o aproveitamento das substâncias minerais.

Portaria MME nº 12, de 16 de janeiro de 1997

Dispõe sobre os critérios gerais referentes ao procedimento de Disponibilidade de Área desonerada de requerimento ou de titulação de direitos minerários, em decorrência de publicação de despacho no Diário Oficial.

Portaria DNPM nº 23, de 16 de janeiro de 1997

Estabelece instruções sobre a prorrogação do prazo de vigência da autorização de Pesquisa.

Decreto nº 3.358, de 2 de fevereiro de 2000

Regulamenta o disposto na Lei nº 9.827, de 27 de agosto de 1999, que "acrescenta parágrafo único ao art. 2º do Decreto-Lei nº 227, de 28 de fevereiro de 1967, com a redação dada pela Lei nº 9.314, de 14 de novembro de 1996".

Portaria DNPM nº 268, de 27 de setembro de 2005

Institui o pré-requerimento eletrônico para obtenção de Alvará de Pesquisa, Registro de Licenciamento, Permissão de Lavra Garimpeira e Registro de Extração.

Portaria DNPM nº 199, de 14 de julho de 2006

Estabelece a forma e os documentos necessários para concessão de anuência prévia e averbação de contratos de cessão e transferência, total ou parcial, de direitos minerários.

Portaria DNPM nº 144, de 03 de maio de 2007

Dispõe sobre a regulamentação do § 2º do art. 22 do Código de Mineração, que trata da extração de substâncias minerais antes da outorga de concessão de lavra.

Portaria DNPM nº 266, de 10 de julho de 2008

Estabelece regras sobre a instrução e processamento de Requerimento de Registro de Licença.

Portaria DNPM nº 268, de 10 de julho de 2008

Estabelece instruções sobre as regras e critérios específicos para habilitação e julgamento, nas áreas colocadas em disponibilidade em decorrência de publicação de ato de indeferimento de Requerimento de Autorização de Pesquisa ou de extinção de título autorizativo, bem como sobre as regras e critérios específicos para habilitação e julgamento, em decorrência de publicação de Edital de Disponibilidade de áreas para pesquisa ou lavra.

Portaria DNPM nº 235, de 10 de julho de 2008

Estabelece instruções sobre o Memorial Descritivo e plantas que devem instruir o Requerimento de Autorização de Pesquisa.

DIREITO AMBIENTAL

Lei nº 7.805, de 18 de julho de 1989

“Art. 16 - A concessão de lavra depende de prévio licenciamento do órgão ambiental competente.”

“Art. 17 - A realização de trabalhos de pesquisa e lavra em áreas de conservação dependerá de prévia autorização do órgão ambiental que as administre.”

Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através da Guia de Utilização.

Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990

“Art. 6º - A concessão da Portaria de lavra ficará condicionada à apresentação ao DNPM, por parte do minerador, da Licença de Instalação.”

Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990.

Estabelece instruções sobre a necessidade de Licença Ambiental para extração de substâncias minerais através do Regime de Licenciamento

Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Estabelece instruções sobre os procedimentos e critérios utilizados no licenciamento ambiental, de forma a efetivar a utilização do sistema de licenciamento como instrumento de gestão ambiental, instituído pela Política Nacional do Meio Ambiente.

Lei nº 11.284, de 2 de março de 2006.

Dispõe sobre a gestão de florestas públicas para a produção sustentável; institui, na estrutura do Ministério do Meio Ambiente, o Serviço Florestal Brasileiro - SFB; cria o Fundo Nacional de Desenvolvimento Florestal - FNDF; altera as Leis nºs 10.683, de 28 de maio de 2003, 5.868, de 12 de dezembro de 1972, 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, 4.771, de 15 de setembro de 1965, 6.938, de 31 de agosto de 1981, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973; e dá outras providências.

DIREITO TRIBUTÁRIO

Constituição Federal

“Art. 20 - ...

§ 1º - É assegurada, nos termos da lei, aos Estados, ao Distrito Federal e aos Municípios, bem como a órgãos da administração direta da União, participação no resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica e de outros recursos minerais no respectivo território, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, ou compensação financeira por essa exploração.”

Lei nº, 7.990, de 28 de dezembro de 1989

Institui, para os Estados, Distrito Federal e Município, compensação financeira pelo resultado da exploração de petróleo ou gás natural, de recursos hídricos para fins de geração de energia elétrica, de recursos minerais em seus respectivos territórios, plataforma continental, mar territorial ou zona econômica exclusiva, e dá outras providências.

Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990

Define os percentuais da distribuição da compensação financeira de que trata a Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.

Instrução Normativa DRF nº 83, de 23 de maio de 1990

Disciplina o recolhimento da compensação financeira - royalty sobre recursos minerais - relativamente a cota parte destinada ao DNPM.

Decreto nº 1, de 11 de janeiro de 1991

Regulamenta o pagamento da compensação financeira instituída pela Lei no 7.990, de 28 de dezembro de 1989, e dá outras providências.

Portaria DNPM nº 157, de 11 de junho de 1999

Estabelece instruções sobre o pagamento a maior ou indevido da compensação financeira, de que trata o artigo 6º, da Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

Portaria DNPM nº 158, de 15 de junho de 1999

Disciplina e uniformiza os procedimentos a serem observados na fiscalização da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM.

Portaria DNPM nº 175, de 2 de julho de 1999

Estabelece instruções sobre o recolhimento da Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM referente às substâncias minerais explotadas através do Regime de Permissão de Lavra Garimpeira.

Instrução Normativa DNPM nº 6, de 9 de junho de 2000

Estabelece instruções sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais – CFEM, disciplinando e uniformizando os procedimentos a serem observados na sua fiscalização.

Instrução Normativa DNPM nº 1, de 3 de abril de 2002

Estabelece instruções sobre a Compensação Financeira pela Exploração e Recursos Minerais – CFEM, devida pelas empresas detentoras de direitos minerários que exerçam atividade balneária sem especificação do preço do banho.

Portaria DNPM nº 439, de 21 de novembro de 2003

Dispõe sobre a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais.

6. OBTENÇÃO DE LICENÇAS AMBIETAIS

Como vimos anteriormente no item sobre a Legislação Ambiental, são três as Licenças Ambientais indispensáveis à obtenção de direito mineral para exploração de substâncias minerais de emprego imediato na construção civil: Licença Prévia - LP, Licença de Instalação - LI e Licença de Operação – LO. Estas licenças são obrigatórias tanto para a obtenção do Licenciamento, como de Guia de Utilização ou Concessão de Lavra.

As Licenças Ambientais para exploração de bens minerais utilizados “*in natura*”, na construção civil, estão disciplinadas na Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990, tanto para a lavra através de Registro de Licença, como para guia de utilização, e Portaria de Concessão de Lavra.

Nos termos do artigo 6º, da Resolução CONAMA nº 9, de 6 de dezembro de 1990, a outorga e publicação da Portaria de Concessão de Lavra fica condicionada à prévia apresentação ao DNPM da Licença de Instalação. Todavia, para que sejam iniciados os trabalhos de lavra da jazida é necessário que a Concessionária tenha obtido do órgão ambiental, a Licença de Operação.

Nos casos de Registro de Licença e de guia de utilização, da mesma forma que a Concessão de Lavra, os trabalhos de exploração da ocorrência mineral somente poderão ter início depois que o órgão ambiental fornecer a Licença de Operação. Seja a lavra através de Registro de Licença, através de guia de utilização, ou através de Portaria de Concessão de Lavra, devem ser observadas as disposições da Resolução CONAMA nº 10, de 6 de dezembro de 1990.

Para a obtenção da Licença Prévia - LP, que é a fase de planejamento e viabilidade do empreendimento mineiro, são necessários a apresentação, ao órgão ambiental competente, dos seguintes documentos: Requerimento de Licença Prévia; Cópia da publicação de pedido da Licença Prévia; e, Apresentação do Estudo de Impacto Ambiental - EIA e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental - RIMA ou Relatório de Controle Ambiental, a critério do órgão ambiental competente para fornecer a Licença Prévia.

Quanto à obtenção da Licença de Instalação - LI, que é a fase de desenvolvimento da mina, instalação do complexo minerário e implantação dos projetos de controle ambiental, são necessários a apresentação ao órgão ambiental competente dos seguintes documentos: Requerimento de Licença de Instalação; Cópia da publicação da Licença Prévia; Cópia da autorização de desmatamento expedida pelo IBAMA, se for o caso; Licença da Prefeitura Municipal, quando se tratar de Registro de Licenciamento; Plano de Controle Ambiental; e, Cópia da Publicação do pedido da Licença de Instalação.

Finalmente, para a obtenção da Licença de Operação - LO, que é a fase de lavra e acompanhamento de sistemas de controle ambiental, são necessários a apresentação ao órgão ambiental competente dos seguintes documentos: Requerimento de Licença de Operação; Cópia da publicação da Licença de Instalação; Cópia da publicação do pedido da Licença de Operação; e, Cópia do Registro de Licenciamento, quando for o caso.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

Como Obter Licenciamento de Minerais, de Uile Reginaldo Pinto, editado pelo DNPM, 1979 e 1981.

Coletânea de Pareceres Sobre Aplicação da Legislação Minerária, de Uile Reginaldo Pinto, editada pelo DNPM, Volumes I e II, 1979 e 1981.

Pesquisa de Minerais, editado pelo Autor Uile Reginaldo Pinto, 1981.

Coletânea de Pareceres do Consultor Jurídico do MME e Decisões Judiciais sobre Direito Mineral, de Uile Reginaldo Pinto, editada pelo MME, 1982.

Consolidação da Legislação Mineral e Ambiental, editadas pelo Autor Uile Reginaldo Pinto, dez edições a partir de 1991. A última e 10ª edição está atualizada até agosto de 2006.

CAPÍTULO

3

GEOLOGIA

Luiz Carlos Bertolino
Geólogo/UFRJ, D.Sc.
Engenharia Metalúrgica/PUC-Rio.
Tecnologista Sênior do CETEM/MCT.

Nely Palermo
Geóloga/UFRJ, D.Sc. Geologie Minière
Ecoledes Mines de Paris.
Professora Adjunta da UERJ.

Ana Valéria F. A. Bertolino
Geógrafa/UFRJ, D.Sc. Geografia/UFRJ.
Professora Adjunta da UERJ.

1. INTRODUÇÃO

Os materiais rochosos utilizados na construção civil na forma granular são denominados *agregados* e, em placas são denominadas rochas ornamentais ou pedras de revestimento.

Desde a antiguidade o Homem utiliza as rochas como materiais de construção em forma bruta ou pouco trabalhada. Nos tempos atuais, é utilizada nas mais variadas formas (bruta, britada, moída, etc) e para diferentes usos (filtros, lastro de ferrovia, drenos em obras civis, etc).

No entanto, apesar da contínua demanda da sociedade moderna por esse material, principalmente nas obras de construção civil, a exigência ambiental além do alto custo de transporte são alguns dos desafios enfrentados pela atual mineração de agregados (Mello e Calaes, 2006).

2. MATÉRIA PRIMA DOS AGREGADOS

Os materiais naturais utilizados como agregados na construção civil são rochas consolidadas e sedimentos como areias e cascalhos. As rochas podem passar por processos de britagem e moagem para atingir as especificações de granulometria.

2.1. Rocha

Rocha é um material consolidado composto por um conjunto de minerais resultantes de um processo geológico determinado. Pode ser formada por um ou mais minerais, dispostos segundo as condições de temperatura e pressão existentes durante sua formação. Pode também ser formada por material não cristalino como o vidro vulcânico e por material sólido orgânico como o carvão. Quanto à origem, as rochas se classificam em ígneas ou magmáticas, sedimentares e metamórficas. Dentro desses grupos, de forma geral, a textura e a composição mineral são os critérios para a identificação dos diferentes tipos de rochas ou tipos litológicos.

2.2. Rochas Ígneas ou Magmáticas

São formadas a partir da consolidação do magma em profundidade (rocha ígnea plutônica) ou em superfície (rocha ígnea vulcânica). O magma é uma fusão silicatada, contendo gases e elementos voláteis, gerada em altas temperaturas no interior da Terra.

Quando o magma resfria lentamente, usualmente em profundidades de dezenas de quilômetros, ocorre a cristalização de minerais formando as rochas plutônicas cuja granulação varia de fina (milimétrica) à grossa (até 3 cm).

As rochas magmáticas extrusivas são formadas quando o magma resfria rapidamente, normalmente próximo a superfície da terra, resultando em uma rocha de granulação muito fina ou de textura vítrea, ou seja, os minerais não são indentificáveis a olho nu.

Existem várias classificações para as rochas ígneas baseadas na composição química das rochas, percentagem de minerais essenciais, granulometria etc. (Press *et al*, 2006). Na Tabela 1 é apresentada a classificação sugerida pelo IAEG (1981) e sintetizada em Frascá e Sartori (1996).

Tabela 1 – Classificação das rochas ígneas (adaptada de IAEG, 1981 *in* Press *et al*, 2006).

Rochas	Ácidas (>66% SiO ₂)	Intermediárias (66-52%SiO ₂)	Básicas (52-45% SiO ₂)	Ultrabásica (<45%SiO ₂)
Plutônica	Granito	Sienito	Gabro	Peridotito e Piroxenito
Vulcânica	Riolito	Andesito	Basalto	

De uma maneira geral, as rochas plutônicas ácidas são compostas essencialmente por quartzo e feldspatos, e a coloração é clara (Figura 1). As rochas plutônicas básicas são em geral compostas por minerais ferromagnesianos (anfíbolios, olivinas e piroxênios) e plagioclásios. Em geral, são rochas mais escuras e mais densas (Figura 2).

Os pegmatitos são rochas plutônicas ácidas de granulação muito grossa (acima de 3 cm). Os minerais constituintes são principalmente quartzo e feldspatos, que são comumente utilizados na indústria de vidros e/ou abrasivos.



Figura 1 – Granito. Pedreira abandonada, Monsuaba, Rio de Janeiro.



Figura 2 – Afloramento de rocha basáltica homogênea, Ituiutaba, MG.

Os granitos, dioritos e basaltos são rochas comumente utilizadas como agregados no Brasil.

Os produtos gerados numa erupção vulcânica são classificados como lavas (material rochoso em estado de fusão que extravasa na superfície) e depósitos piroclásticos (constituídos por materiais soltos ou misturas de cinzas vulcânicas, bombas, blocos e gases produzidos durante erupções). Essas rochas devido à dureza elevada podem ser usadas como abrasivos.

Modos de ocorrências das rochas magmáticas:

Batólitos - são grandes corpos de rochas plutônicas formados em profundidade, podendo ter mais de 100 km².

Lacólito - são intrusões de rochas ígneas lentiformes, geralmente circulares ou subcirculares, concordantes com as rochas encaixantes.

Dique - intrusão de forma tabular discordante, preenchendo uma fenda aberta em outra rocha. Quando o dique é concordante com as rochas encaixantes chama-se sill.

Derrames de lavas - podem ser subaquática ou aérea, podem atingir milhares de km² em superfície.

Neck Vulcânico - corpos intrusivos discordantes formados pela consolidação do magma dentro de chaminés vulcânicas que após erosão sobressaem na topografia.

2.3. Rochas Sedimentares

As rochas sedimentares são resultantes da consolidação de sedimentos, ou seja, material resultante da ação do intemperismo, erosão e posterior transporte de uma rocha preexistente, ou da precipitação química ou ainda da ação biogênica. São geralmente classificadas em detríticas, químicas ou bioquímicas segundo sua origem.

As rochas detríticas são em geral denominadas, segundo o tamanho dos grãos (Pettijohn, 1975), em: conglomerado e brecha (mais de 25% dos grãos com tamanho >2 mm), arenito (mais de 50% dos grãos com tamanho entre 2 e 0,06 mm), siltito (0,06 e 0,004 mm) e argilito (<0,004 mm). Folhelho é a denominação para siltito e argilito com maior grau de fissilidade. Essas rochas são muitas vezes friáveis devido à baixa coesão dos constituintes, interferindo diretamente nas características mecânicas dessas rochas.

As rochas de origem química são os calcários e os dolomitos formados por mais de 50% de minerais carbonáticos (calcita ou dolomita). Podem ser classificados segundo o conteúdo mineralógico (calcário dolomítico, dolomito calcítico) e a granulometria (calcirudito, calcarenito, calcissilito, calcilito). São muito utilizadas como matérias-primas para as indústrias cimenteira, vidreira, siderúrgica, corretivo de solo entre outras. As formações ferríferas apresentam alternância de bandas ricas em quartzo e em óxido de ferro, sendo a fonte de minério de ferro explotado no Brasil.

As rochas derivadas de processos químicos/bioquímicos são: evaporitos (precipitação de sais como halita e gipsita), cherts (precipitação de sílica), fosforitos (fosfatos), diatomitos (formados da acumulação de carapaças silicosas de diatomáceas) e carvão (formado pela decomposição de restos de vegetais que foram soterrados).

2.4. Rochas Metamórficas

As rochas metamórficas podem ser formadas a partir de rochas ígneas, sedimentares ou mesmo metamórficas, preexistentes, submetidas a novas condições de pressão e temperatura. Quando as rochas através de processos geológicos são submetidas a condições diferentes (temperatura e pressão) das quais foram formadas, ocorrem modificações denominadas de metamorfismo.

O efeito do metamorfismo progressivo é a geração de foliações, recristalização dos minerais e em condições extremas, a fusão dos constituintes. A textura metamórfica e estruturas presentes são determinantes para a utilização das rochas como agregados.

Principais tipos de rochas metamórficas:

Gnaiss - caracteriza-se pela alternância de bandas de cores claras (quartzo e feldspato) e escuras (biotita, anfibólio ou granada). É o tipo litológico predominante no estado do Rio de Janeiro, formando grande parte do maciço da Serra do Mar. Em geral, são maciças e granulares e servem como agregados de boa qualidade (Figura 3 e 4).



Figura 3 – Afloramento de rocha gnáissica com variação composicional.
Pedreira Anhanguera, São Gonçalo, RJ.

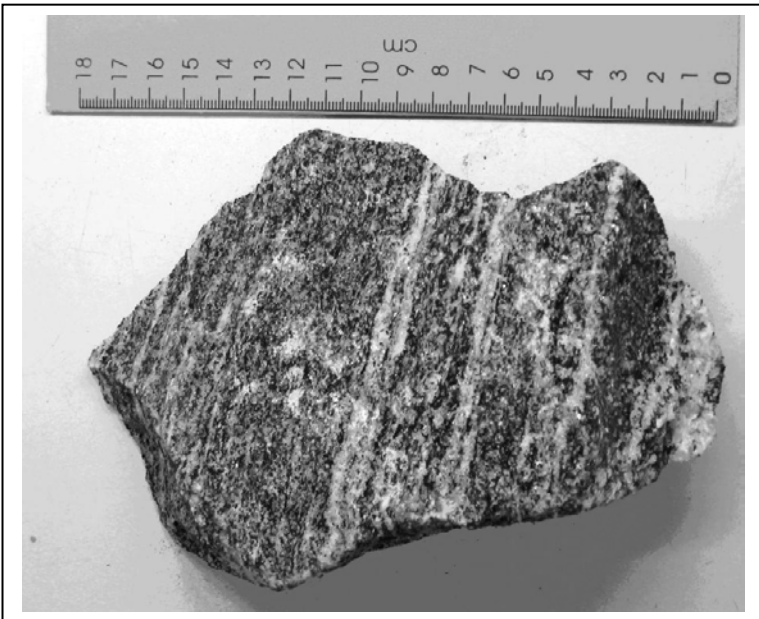


Figura 4 – Detalhe de uma rocha gnáissica com bandamento composicional.
Pedreira para extração de brita, Valença, Rio de Janeiro.

Xisto e filito - ausência de bandamento e presença de finas lâminas ao longo da qual a rocha pode ser quebrada mais facilmente. Em geral, sua utilização é limitada como agregado.

Ardósia - rocha de granulação extremamente fina com boa clivagem, normalmente utilizada na construção civil como revestimento.

Mármore - calcário metamórfico, amplamente utilizado como rocha ornamental.

Quartzito - derivada do metamorfismo do arenito, formada quase exclusivamente de quartzo. Fonte de agregados de alta qualidade.

2.5. Sedimentos

Os sedimentos ocorrem como depósitos residuais, coluvionares, aluvionares, marinhos ou glaciogênicos.

depósitos residuais - formados *in situ* pela alteração intempérica física e/ou química de rochas. Em países tropicais, a ação intempérica é intensa. Depósitos quartzosos derivados de gnaisses e granitos são de boa qualidade. Lateritas derivam da ação do intemperismo químico de rochas ricas em minerais de ferro e são eventualmente utilizadas em locais sem outra fonte de agregados.

depósitos coluvionares - formados pelo movimento de massa nas encostas (depósitos de tálus). Refletem a mineralogia das rochas das quais derivam. São em geral pouco espessos.

depósitos aluvionares - as planícies aluvionares são importante fonte de agregados. Em geral, transportam e depositam sedimentos de granulometria areia e argila, mas em rios torrenciais em regiões de alta pluviosidade, podem depositar cascalhos, blocos e matacões.

depósitos marinhos - os sedimentos marinhos são em alguns países, uma opção a falta de material no continente. Em geral, apresentam baixo conteúdo de material fino, no entanto uma desvantagem é a presença de sal e conchas.

depósitos glaciogênicos - são depósitos derivados da ação de geleiras. Os sedimentos são heterogêneos, compostos de areia, argila e cascalho (Figura 5).

depósitos eólico - derivados da ação dos ventos em áreas desérticas. Em geral, são formados de areia.



Figura 5 – Depósito glaciogênico (areia, argila, cascalho e blocos), Trondjheim, Noruega.

3. CLASSIFICAÇÃO DOS AGREGADOS

A classificação dos agregados de uma maneira adequada a seu uso na construção civil é assunto controvertido na literatura. A ASTM (*American Society for Testing Material*) e a ISRM (*International Society for Rock Mechanics*) propõem uma classificação baseada na análise petrográfica das rochas e na descrição tecnológica relacionada às propriedades físicas e mecânicas das rochas. Segundo Collins e Fox (1985), a classificação de agregados deve levar em consideração as seguintes informações: a origem do material (agregados naturais ou artificiais), a classe ou nome petrográfico, além de idade da rocha, cor, granulometria e fissilidade.

Frazão e Paraguassu (1998), Frazão (2006), definem os agregados como materiais granulares sem forma e volume definidos que podem ser classificados considerando a origem, a densidade e o tamanho dos fragmentos. Quanto à origem são denominados *naturais* os extraídos diretamente como fragmentos, como areia e cascalho e, os *artificiais* aqueles que passam por processos de fragmentação como britagem ou moagem. Os agregados *leves* são pedra-pomes, vermiculita, argila etc, os agregados *pesados* barita, limonita etc, e os agregados *normais* as areias, cascalhos e pedras britadas.

No entanto, parece que a classificação mais utilizada é a que considera o tamanho dos fragmentos, classificando os agregados em *finos* (até 0,2 mm), *médios* (entre 0,2 e 2 mm) e *grossos* (> 2 mm). Por vezes, a indústria utiliza valores superiores a 5 mm para os agregados grosseiros (Prentice, 1990).

4. PROSPECÇÃO E PESQUISA MINERAL

A primeira etapa na prospecção de agregados é a definição do tipo de material rochoso necessário, e que irá guiar a pesquisa mineral para determinados ambientes geológicos. A utilização dos mapas geológicos e visitas aos locais irão indicar: a espessura do material rochoso potencial para a extração, a relação com rochas encaixantes para estimativa da espessura e tipo de estéril, a presença de estruturas geológicas como dobras, falhas, fraturas, a composição do material rochoso e o grau de intemperismo. Essas informações irão definir o potencial geológico na região para o determinado tipo de material rochoso.

Em áreas sem conhecimento geológico básico, os métodos indiretos são bastante utilizados para a identificação de possíveis alvos prospectivos como o uso de imagens de satélite e fotografias aéreas, e levantamento geofísico de superfície. Nesse último caso, utilizado principalmente na prospecção de areia e cascalho aluvionar, os métodos utilizados são eletroresistividade, que mede genericamente a diferença de condutividade elétrica dos materiais e, a sísmica rasa que indica os limites entre materiais com velocidades sísmicas diferentes. A geofísica auxiliará também na etapa de avaliação do depósito combinado as informações de sondagens.

No entanto, a prospecção de novas áreas potenciais para a exploração de agregados deverá levar em consideração principalmente a distância do mercado, já que o transporte é o fator determinante para a extração de materiais de baixo valor. Outros fatores determinantes são a presença de estradas, a disponibilidade de suprimento de água e combustível dentre outros.

Para a avaliação em subsuperfície do depósito, principalmente de conglomerados e areias naturais (mais rasos), utilizam-se trincheiras feitas com auxílio de retroescavadeira, quando disponível, que proporciona a visão em três dimensões do depósito e a coleta de amostras de grande volume. No caso de exploração mais profunda será necessário o uso de sondagens.

5. USOS E FUNÇÕES

Os agregados grossos são, em geral, utilizados como ingrediente na fabricação do concreto, ou como constituinte de estradas. Devem reagir favoravelmente com o cimento e o betume, resistir a cargas pesadas, alto impacto e abrasão severa e ser durável. Por essa razão, foram desenvolvidos testes empíricos e em laboratórios para prever o comportamento desse material. As propriedades testadas são resistência à compressão, absorção de água, resistência à abrasão, abrasividade, comportamento ao polimento, forma dos constituintes e resistência ao intemperismo (Oliveira e Brito, 1998).

Os agregados médios e finos são, em geral, utilizados para preenchimento ou para proporcionar rigidez em uma mistura. Nesse caso, a granulometria, densidade relativa, a forma das partículas (grau de arredondamento e de esfericidade) e a composição mineralógica (presença de minerais carbonáticos, minerais em placas e partículas friáveis como carvão) são parâmetros importantes.

Os agregados podem ter seus fragmentos unidos por ligantes como cimento e betume, para uso como concreto hidráulico e betuminoso, respectivamente. Quando os fragmentos são usados, sem ligantes, servem para lastro de ferrovias, filtros e enrocamentos.

Devido as características geológicas do território brasileiro, existe uma grande diversidade de rochas utilizadas como agregados. O tipo de rocha utilizada vai depender basicamente da disponibilidade local ou regional. A seguir são apresentados alguns exemplos:

- (i) granito e gnaisse: são utilizadas na maioria dos estados brasileiros.
- (ii) basalto: regiões sul e sudeste (bacia do Paraná);
- (iii) calcários e dolomitos: Minas Gerais, Goiás, Bahia e norte fluminense;
- (iv) lateritas: Região Amazônica e Minas Gerais;
- (v) areia/cascalho: maioria dos estados.

6. CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

A caracterização tecnológica e ensaios de alterabilidade das rochas para aplicação na construção civil, envolvem uma variada gama de ensaios e testes com objetivo de se obter parâmetros químicos, físicos, mecânicos e petrográficos (Frasca e Frazão, 2002). Esses procedimentos são normatizados pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Nesse capítulo serão descritos os parâmetros petrográficos. Os outros ensaios serão abordados nos capítulos que se seguem.

6.1. Descrição Petrográfica

A descrição petrográfica fornece informações importantes sobre a sua composição mineralógica, textura, grau de fraturamento das rochas e grau de alteração dos minerais que a compõem. Possibilita a classificação da rocha fornecendo subsídios quanto a sua aplicação. A observação da rocha é usualmente feita com auxílio de lupa e/ou microscópio petrográfico (microscópio óptico de luz polarizada e refletida).

A descrição da rocha inicia-se em campo, onde devem ser observados com auxílio da lupa os seguintes aspectos da rocha: composição mineralógica, cor, granulometria, homogeneidade, estruturas, grau de fraturamento e grau de alteração (Sales e Moraes, 2003). A amostragem da rocha em campo é muito importante para a confiabilidade e boa representatividade dos resultados obtidos durante a fase de caracterização.

A partir da amostra representativa coletada em campo, prepara-se a lâmina delgada para descrição no microscópio petrográfico (Figura 6). No caso de sedimentos não consolidados como areia e cascalho, a identificação e a caracterização dos minerais são feitas com auxílio da lupa.

Os principais parâmetros utilizados na descrição petrográfica são: identificação dos minerais, análise quantitativa dos minerais (análise modal da rocha), textura e estruturas, granulometria, relação entre grãos e alteração de minerais.

Para uma melhor visualização da forma e relação entre os grãos minerais utiliza-se o Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV) que também fornece uma análise química semi-quantitativa dos minerais.



Figura 6 – Microscópio petrográfico utilizado na descrição das lâminas delgadas.

Através da descrição petrográfica detalhada obtém-se informações importantes para a compreensão do comportamento da rocha utilizada como agregado. Por exemplo, no exame macroscópico, uma rocha pode parecer pouco alterada, enquanto que na análise da lâmina delgada, observam-se minerais parcialmente alterados, representando uma importante informação quanto à sua aplicação (Figuras 7 e 8).

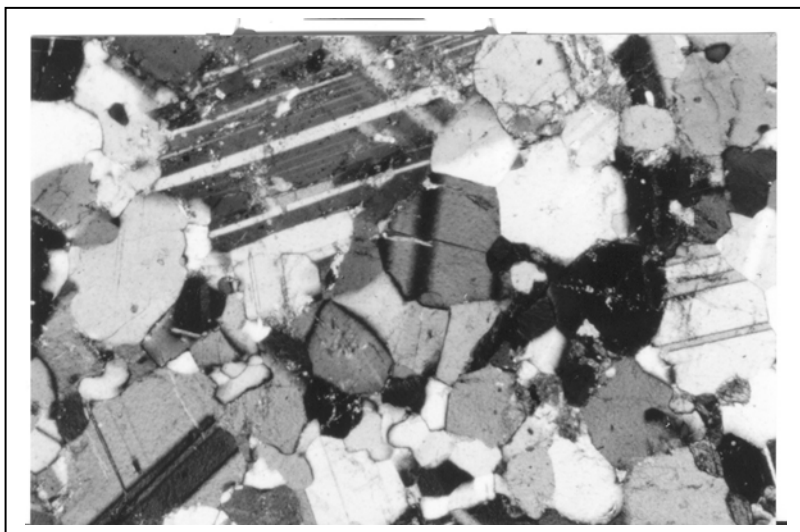


Figura 7 – Fotomicrografia de um gnaisse com grãos de feldspato parcialmente alterados. Luz polarizada, Macaé, Rio de Janeiro.

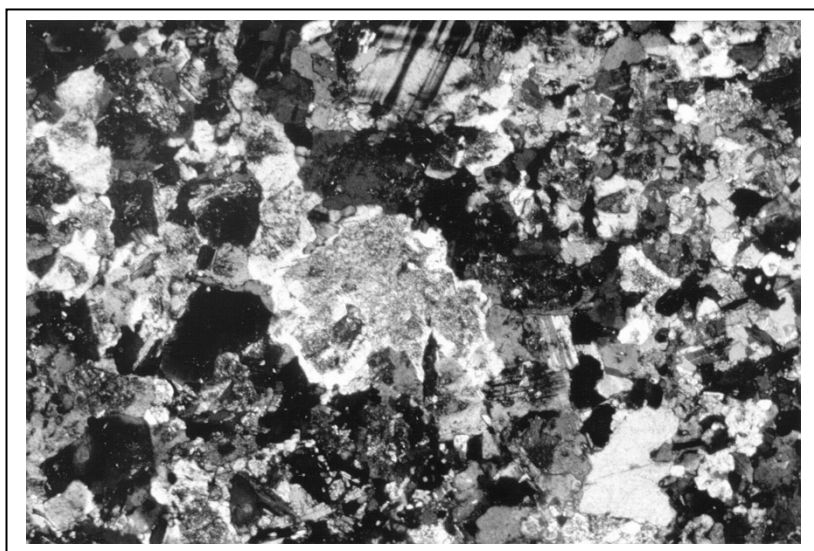


Figura 8 – Fotomicrografia de granito com grãos de feldspato alterado. Luz polarizada, Mara Rosa, Goiás.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COLLINS, L. e FOX, R. A. (1985). Aggregates: sand, gravel and crushed rock aggregates for construction purposes. The Geological Society publ., 220 p.
- FRASCÁ, M. H. B e FRAZÃO, E. B. (2002). Proposta de especificação tecnológica para agregados graúdos. *Areia & Brita*, nº 19, p. 28-33.
- FRAZÃO, E. B.; PARAGUASSU, A. B. (1998). Materiais Rochosos para Construção. In: Antônio Manoel dos Santos Oliveira; Sérgio Nertan Alves de Brito. (Org.). *Geologia de Engenharia*. São Paulo: Associação Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental, v. único, p. 331-342.
- FRAZÃO, E. B. (2006). Tecnologia para a produção e utilização de agregados. In: *Agregados para a construção civil no Brasil. Contribuições para formação de políticas públicas*. Ed. Tannús, M. B. e Carmo, J. C. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.
- MATTOS, I. C. (2002). Uso/adequação e aplicação de rochas ornamentais na construção civil – Parte I. In: *Anais do III Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste*. p. 2-1-6.
- MELLO, E. F. e CALAES, G. D. (2006). A indústria de brita na região metropolitana do Rio de Janeiro. UFRJ – Instituto de Geociências. 193 p.
- OLIVEIRA, A. M. S. e BRITO, S. N. A. (1998). *Geologia de Engenharia*. Associação Brasileira de Geologia de Engenharia, Oficina dos Textos, 582p.
- PETTIJOHN, F. J. (1975). *Sedimentary Rocks*. New York: Harper & Row, 3ª ed.
- PRENTICE, J. E. (1990). *Geology of Construction Materials*. Topics in the Earth Sciences, nº 4, Chapman and Hall ed. 202p.
- PRESS, F.; SIEVER, R.; GROTZINGER, J. AND JORDAN, T. H. (2006). *Understanding Earth*, Bookmans Ed., Tradução Menegat R., 656 p.
- SALES, F. A. C. B. e MORAIS, J. O. (2003). Proposta metodológica de pesquisa para rochas ornamentais. In: *Anais do IV Simpósio de Rochas Ornamentais do Nordeste*. p. 2-12.

CAPÍTULO

4

PROJETO DE INSTALAÇÕES DE BRITAGEM

Arthur Pinto Chaves
Engenheiro Metalurgista/EPUSP,
Professor Titular de Tratamento de Minérios,
Departamento de Engenharia de Minas e de
Petróleo, Escola Politécnica da USP.

1. OPERAÇÕES UNITÁRIAS

As engenharias de minas, metalúrgica, química, de alimentos, entre outras especialidades, trabalham com operações unitárias. Isto é, os procedimentos e equipamentos utilizados são sempre os mesmos e a arte do engenheiro de processos consiste em combiná-los de modo a ter o melhor resultado possível.

No Tratamento, temos operações de britagem, peneiramento e classificação, além do intenso manuseio em transportadores de correia. Na lavra, as operações unitárias são:

- (i) remoção da cobertura (decapeamento);
- (ii) perfuração;
- (iii) carregamento e desmonte;
- (iv) transporte do R.O.M. - R.O.M. significa "run of mine", produto da mina. Na literatura americana também se encontra R.O.Q, "run of quarry", produto da pedreira.

A remoção da cobertura consiste em retirar o solo que cobre o maciço e expô-lo para permitir a sua exploração. O solo arável deve ser separado e cuidadosamente removido e estocado para ser aproveitado no trabalho futuro de recuperação da área degradada. O estéril que cobre o maciço precisa ser transportado para locais de disposição, denominados de "bota-foras" e aí disposto em pilhas geotecnicamente estáveis. Estes bota-foras, quando prontos, são cobertos com o solo arável - calado e adubado - e revegetados.

A perfuração consiste em fazer um furo no piso da bancada (*berma - glossário*), que será carregado com explosivo. A perfuração é feita com perfuratrizes rotativas. O furo precisa ultrapassar um pouco (30% da altura da bancada) o nível do piso da berma. Caso isto não seja feito, o pé da bancada não ficará horizontal e formará o que é chamado "*repé*" (*glossário*).

Uma vez aberto o furo, ele é carregado com explosivo. Esta operação é muito delicada e precisa ser feita por profissionais especializados (*Blasters - glossário*) e habilitados pelo Ministério do Exército. O explosivo é uma substância que quando entra em combustão gera, em curto período de tempo, volumes enormes de gases aquecidos que, na sua expansão destroem tudo o

que encontram pela frente. Para detonar o explosivo é necessário um outro componente, que é o iniciador ou *escorvador* (*glossário*). Este é outro explosivo, de menor poder de desmonte, mas de combustão mais rápida, que serve para detonar o explosivo.

Se fizermos um furo no meio de um maciço e o detonarmos, não haverá desmonte nenhum, apenas fraturamento da rocha. Para haver o desmonte é necessário que haja uma superfície livre próxima. Desta forma, os furos são feitos a uma distância conveniente da parede da bancada. Geralmente são feitas duas ou três linhas de furos paralelas à parede da bancada. Ao ser detonada a primeira linha de furos, as ondas de choque da explosão atingem a parede livre e a rocha é desmontada. Abre-se então uma nova parede livre que será utilizada no desmonte da segunda linha de furos, alguns mili-segundos após, abrindo, mais uma vez, nova parede livre, que será utilizada pela terceira linha de furos, na terceira detonação.

A rocha desmontada é então carregada em caminhões para ser transportada até a britagem. A prática usual, em pedreiras, é fazê-la com pás carregadeiras. Estas usualmente têm os pneus das rodas da frente de borracha maciça e trabalham protegidas por correntes de aço, pois os fragmentos de rocha têm bordas cortantes. Existe uma variedade muito grande de caminhões utilizados, desde caminhões fora-de-estrada até caminhões basculantes normais.

Eventualmente aparecem blocos muito grandes para serem alimentados ao britador. Eles precisam ser quebrados na frente de lavra.

A prática antiga era perfurar esses blocos com perfuratrizes manuais, carregá-los e fazer o chamado "desmonte secundário", também chamado de "fogacho". Esta prática vem sendo abandonada, pois causa muitos inconvenientes, como o ruído excessivo e a possibilidade de ultra-lançamentos, isto é, fragmentos de rocha lançados a grandes distâncias, até mesmo fora dos limites da propriedade, causando revolta e medo na vizinhança. Isto porque a massa do bloco, por maior que seja, é muito pequena em relação à da bancada e o efeito do explosivo mostra-se muito mais enérgico.

Uma prática alternativa é a "drop ball" (Figura 1), que entretanto exige carregadeiras hidráulicas em lugar das pás carregadeiras (a caçamba da carregadeira abre-se por baixo, para descarregar sobre o caminhão, diferentemente da pá carregadeira, que precisa ser virada). Uma bola de aço de

5t fica à disposição da carregadeira. Os blocos superdimensionados são empurrados por ela para o lado. Nos momentos em que ela está ociosa, isto é, que não há caminhões para carregar, ela carrega a bola e a descarrega sobre o bloco. Dois ou três impactos geralmente são suficientes para quebrá-lo.



Figura 1 – drop ball.

Esta prática é muito mais sadia dos pontos de vista do meio ambiente e da segurança do trabalho, que o desmonte secundário. Entretanto exige carregadeiras hidráulicas e a bola, que não são equipamentos padrão para pedreiras, ambos caros.

Marteletes pneumáticos, também denominados de rompedores hidráulicos, instalados num braço de retro-escavadeira vêm sendo intensamente utilizados. Têm boa mobilidade, investimento menor e são muito flexíveis em termos operacionais.

2. PROJETO DE PEDREIRAS

2.1. Problemas Ambientais

Brita é um produto de baixo valor agregado. A maior parcela do seu custo posta no consumidor é o transporte. Por isto, este precisa ser minimizado. Desta forma, grande número de pedreiras fica próximo aos núcleos habitacionais que irão consumir o seu produto. Outras vezes, a pedreira instala-se num local isolado, mas a cidade cresce, chega até ela e a cerca.

Os conflitos com a vizinhança tornam-se inevitáveis. Razões para isto não faltam: trânsito de caminhões pesados, poeiras, vibrações e ruído de detonações. Se o projeto levar em conta estas fontes de incômodo para a vizinhança, os conflitos poderão ser muito minorados.

De todas as queixas da vizinhança, as maiores dizem respeito às poeiras.

A implantação de barreiras verdes nos limites da propriedade, com árvores de crescimento rápido, como eucalyptus ou pinus, é uma solução muito eficiente. Não só porque afasta da visão da vizinhança a instalação industrial, como também porque pode ser muito efetiva na contenção das poeiras. É preciso lembrar, entretanto, que apenas um renque de árvores ou de arbustos costuma ser insuficiente, pois as árvores altas oferecem proteção tão somente contra os ventos altos e precisam ser complementadas com barreiras arbustivas, que forneçam uma barreira contra os ventos de superfície. Desta maneira, uma barreira verde, para ser eficiente, tem que ter sempre dois renques, um de árvores altas e outro de arbustos.

Outra solução de projeto consiste no alinhamento dos eixos das pilhas com a direção dos ventos predominantes, de modo a diminuir a secção exposta. Com a pilha alinhada com a direção dos ventos, a secção da pilha exposta a eles diminui muito e em consequência, também a quantidade de material arrastado.

No mesmo sentido, a construção dos pátios e instalações de manuseio e britagem a jusante dos edifícios e oficinas (referentemente à direção dos ventos) é uma providência indispensável, porém frequentemente negligenciada. A poeira acarreta, além do incômodo, problemas de saúde, bem como aumenta o desgaste dos equipamentos. Esta providência simples e sadia - infelizmente muitas vezes negligenciada - é a de tão somente não locar nada no caminho que as poeiras percorrerão, ou seja, locar todas as instalações ao lado ou a montante das pilhas em relação ao vento.

Outra solução obrigatória é a de aspergir água nos transbordos de caminhões e de transportadores de correia. Esta solução, se bem que eficaz, traz consigo problemas como o desgaste dos bicos aspersores, aumentando a umidade da rocha e dificultando as operações subsequentes.

Para diminuir esse desgaste, é necessário diminuir a viscosidade da água, mediante o uso de sabões ou outros tensoativos.

Estes reagentes atuam também diminuindo o tamanho das gotas - a área específica de cada uma delas aumenta muito, fazendo crescer, na mesma proporção, a capacidade de abatimento. A diminuição do tamanho da gota também é benéfica sob o aspecto fluido dinâmico: estamos falando de poeiras, ou seja, de partículas sólidas muito pequenas, tão pequenas que estão sendo arrastadas pelo vento, que é o que queremos impedir. A corrente de ar e as poeiras se deslocam segundo linhas de corrente. Quando encontram um obstáculo, estas linhas de corrente se desviam dele e o contornam. Uma gota d'água de grande volume pode atuar como um obstáculo, desviando as linhas de corrente e impedindo que as partículas batam nela para poderem ser umedecidas e abatidas, como mostra a Figura 2. Se o diâmetro da gota for diminuído, ela deixa de se constituir num obstáculo para o deslocamento das partículas sólidas, que passam a colidir com ela, e são então umedecidas e abatidas. A aspersão adequada é portanto, uma névoa de água.

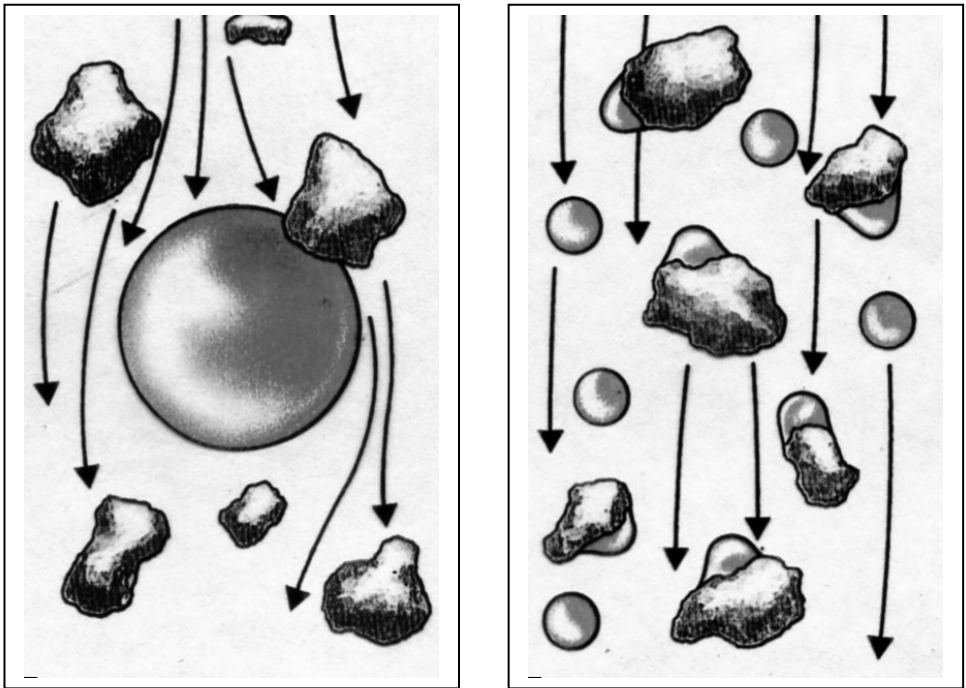


Figura 2 – Efeito do tamanho da gota no abatimento da poeira.

Existem ainda outras maneiras de atacar o problema das poeiras, muitas das quais precisam ser utilizadas em conjunto:

- (i) uso de chutes que confinam o fluxo de partículas: a Figura 3 mostra um chute sanfonado e outro telescópico para serem montados na ponta de transportadores. Este dispositivo impede a ação do vento sobre o fluxo que cai sobre uma pilha e vai sendo retraído à medida que a pilha sobe.

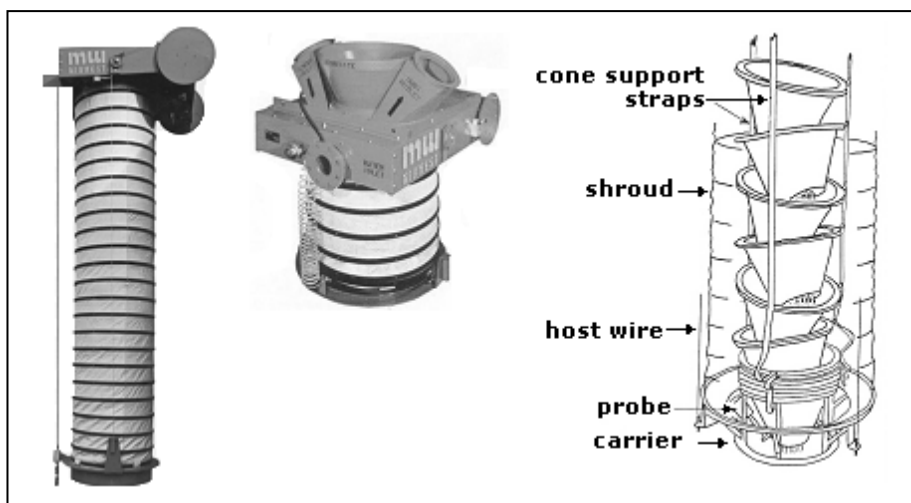


Figura 3 – Chutes confinantes

Outro problema ambiental recorrente é a disposição dos óleos, graxas e restos de lubrificantes utilizados. Um litro de óleo jogado nos condutos pluviais contamina 1.000 m³ de água! A disposição deve ser cuidadosa, portanto.

A água efluente das baias para lavagem de caminhões e tratores, bem como a água efluente das baias de lubrificação arrastam lâminas de óleo. Elas precisam passar por um dispositivo de contenção, como o mostrado na Figura 4. Antes de serem lançadas na rede local, as águas são encaminhadas para a caixa A. Esta se comunica com a caixa B e só depois de passarem por esta as águas são encaminhadas ao meio ambiente. O projeto faz com que a passagem da caixa A para a B seja feito em nível inferior ao da descarga da caixa A. Assim, os óleos e graxas flutuam na caixa A e não podem passar para a caixa B. Periodicamente eles precisam ser retirados.

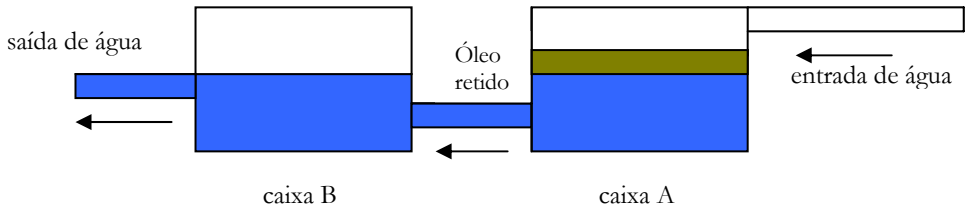


Figura 4 – Caixa de retenção de óleos e graxas.

As águas pluviais costumam arrastar os sólidos particulados mais finos. Por isto, precisam ser contidas dentro dos limites da pedreira. Um sistema de valetas de drenagem da área industrial precisa ser projetado, construído e mantido em condições operacionais permanentes. A água drenada deve ser conduzida a um local de acumulação, onde as partículas sólidas tenham condições de sedimentar até que a água clarificada possa transbordar e ser conduzida aos cursos d'água locais.

Melhor ainda é conter toda a água dentro dos limites da propriedade e recirculá-la internamente. Para isto, evidentemente, é necessário ter área suficiente para a bacia de sedimentação poder acumular toda a água de chuva e fornecê-la, recuperada, com a qualidade necessária.

2.2. Instalações Auxiliares

O paiol de explosivos é uma construção de projeto especial. Existem normas rígidas, do Ministério do Exército, a serem seguidas, dentre as quais destacamos:

- (i) o teto deve ser simplesmente apoiado sobre as paredes, não tendo amarração nenhuma a elas. Em caso de explosão, ele será lançado para cima, protegendo as paredes e as instalações laterais;
- (ii) o prédio do paiol deve ser isolado e manter distâncias mínimas com as demais instalações;
- (iii) o prédio não pode ter instalações elétricas (nem lâmpadas, nem interruptores) que produzam faísca;
- (iv) tanto quanto possível, recomenda-se construí-lo num buraco, de modo que as paredes do buraco sirvam de proteção adicional, em caso de explosão;

- (v) não podem ser guardadas, no paiol, ferramentas ou utensílios, mas apenas os explosivos e acessórios;
- (vi) a porta do paiol fica sempre trancada e apenas o encarregado tem a chave.
- (vii) periodicamente, o chão do paiol precisa ser lavado. Manchas no chão são decorrentes do vazamento de nitroglicerina das caixas;
- (viii) a abertura das caixas de explosivo só pode ser feita fora do paiol, a uma distância mínima de 15 m. Deve-se evitar o uso de ferramentas de metal, nesta operação;
- (ix) obviamente, é proibido fumar ou acender fósforos e isqueiros.

O mesmo cuidado precisa ser tomado com referência à proteção contra descargas atmosféricas e aterramento das instalações. A rede de proteção contra descargas atmosféricas (raios) precisa circundar toda a área onde se trabalhe com explosivos, especialmente o paiol. Os pára-raios precisam ser mantidos em condições de uso e especialmente os cabos de aterramento precisam ser aterrados em solo úmido. Adicionar sal de cozinha ao solo, no ponto de aterramento, costuma ser eficaz em termos de aumentar a umidade do solo naquele ponto.

Além das instalações produtivas, a pedreira terá instalações auxiliares. É preciso levá-las em conta, no projeto e nas estimativas de investimento. Estas instalações não são nada desprezíveis. Valle (1975) relaciona as áreas necessárias para alguns tipos de edifício:

escritórios: as áreas básicas são:

sala individual para cargos de chefia: 8 a 10 m²,

sala para funcionários graduados (dois por sala): 10 m²,

serviços de digitação - mínimo por digitador (a): 3 m²,

funcionários administrativos em salão coletivo, por funcionário: 5 m²,

sala de reunião para 6 pessoas: 14 m²,

salas de espera, por pessoa sentada: 1,5 m²,

sala de desenho, por desenhista: 7 a 8 m²*

* Acredito que este valor é para desenhos feitos em prancheta. Com o advento do “computer aided design” este valor deve cair para 4 ou 5 m².

refeitório: para indústrias com área construída superior a 500 m², em São Paulo, deve haver 1 m² de refeitório para cada 60 m² de área construída. O pé direito mínimo é de 3 m, e as paredes devem ser laváveis até 1,80 m, no mínimo.

estacionamento: 20 a 25 m² por vaga, já computadas as vias de circulação interna e as faixas de manobras.

vias de circulação:

largura recomendada para eixos principais: 10,0 m,

largura mínima para outras vias principais: 6,0 m,

largura mínima para vias secundárias: 3,0 m,

largura mínima para cruzamento de dois caminhões: 5,5 m,

largura mínima para passagem de um caminhão: 2,5 m,

largura mínima para circulação de pedestres - 1 pessoa: 0,65 m,

2 pessoas: 1,20 m,

3 pessoas: 1,70 m,

largura mínima de corredores conduzindo à saída do local de trabalho: 1,2 m.

ambulatório: indústrias com 100 a 300 empregados: 35 m², com 301 a 500 empregados: 60 m², com mais de 500 empregados: 250 m². Salas de consulta médica devem ter 9 a 12 m², salas de cirurgia de 20 a 25 m², sala de raios-X, 10 a 12 m², consultório odontológico, 10 a 12 m².

centro de treinamento: as salas de aula devem ter uma área mínima de 1,5 m² por participante e pé direito mínimo de 3 m.

creche: onde trabalhem, pelo menos 30 mulheres com mais de 16 anos, deve ter creche com área mínima de 3 m² por criança (uma para cada 30 funcionárias). O afastamento mínimo entre berços e dos berços à parede deve ser de 50 cm.

Plano de fogo

O plano de fogo é a ferramenta básica do engenheiro de minas. Ele quantifica a furação a ser feita, a quantidade de explosivos a ser carregada, o modo de fazê-lo e o sequenciamento das explosões. Trata-se dum trabalho especializado, muitas vezes disponibilizado pelo próprio fornecedor dos explosivos.

Um aspecto para o qual só recentemente passou a ser dada atenção, é que a pedreira, apesar do seu aspecto sólido e monolítico, é percorrida por milhares de fraturas. Estas fraturas se constituem em direções principais de fraqueza e podem ser utilizadas para otimizar o desmonte.

Desta forma, o mapeamento das fraturas no maciço e o planejamento do desmonte, tomando em conta as particularidades de cada local (a direção do fraturamento pode mudar dentro do maciço) é uma prática consagrada em muitas companhias. Outrossim, a otimização do consumo de explosivos levando em conta a operação de britagem primária (*"mine to mill"* - glossário) permite aumentar a produção do britador primário, diminuir o porte do equipamento e economizar custos operacionais em energia e materiais de consumo, como mandíbulas, mantos e côncavos.

A altura das bancadas e a largura das bermas também precisam ser calculadas, cuidadosamente, de modo a otimizar o trânsito dos equipamentos e a permitir o manuseio seguro da rocha desmontada. A inclinação resultante deve atender as exigências de estabilidade geotécnica para garantir a segurança das pessoas e equipamentos. Pedreiras antigas eram feitas em barrancos muito altos, o que é um absurdo, em termos de engenharia de minas. Esta prática precisa ser corrigida e eliminada!

Em princípio, a instalação deve ser planejada de modo a aproveitar ao máximo a declividade do terreno: os caminhões deveriam sempre descer carregados e subir vazios.

3. AVALIAÇÃO DE INVESTIMENTOS E CUSTOS OPERACIONAIS

A palavra "projeto" traz à mente a idéia de um conjunto de planos, especificações e desenhos a partir dos quais uma obra pode ser executada. Isto é verdade apenas para a etapa conhecida como "projeto executivo", que é o projeto que será executado. Antes desta etapa, usualmente precisam ser percorridas outras etapas, que são a pré-viabilidade técnica e econômica, o projeto conceitual e o projeto básico. Os nomes variam de empresa para empresa ou de local para local, mas a idéia é sempre a mesma: existem projetos que não serão executados, mas que são importantes para que se possa tomar a decisão de encarar o empreendimento ou não, e, em caso positivo, conhecer com alguma precisão, o montante de despesas com investimento e custos operacionais. Outra informação importantíssima fornecida por estas etapas é o cronograma de obras e de investimentos.

Muitos fornecedores de equipamentos oferecem a engenharia embutida na venda dos seus produtos. Estes serviços, obviamente, não são grátis: o seu custo, certamente, está embutido no custo da venda. Aceitando esta engenharia feita pelo fabricante, em vez de contratar um consultor ou uma empresa de engenharia independente, o cliente obviamente não está fazendo, portanto, nenhuma economia. Mais do que isto, perde a opção de escolher entre os muitos equipamentos oferecidos no mercado, eventualmente encontrando algum item de outro fabricante que seja melhor adaptado às suas necessidades específicas.

No que se refere à estimativa dos investimentos, é importante ressaltar que a sua precisão aumenta, conforme os trabalhos de engenharia forem sendo cada vez mais completos. Mesmo assim, um projeto executivo, em que o projeto de todas as instalações tenha sido detalhado até o nível necessário para a sua efetiva execução, fornece uma estimativa que ainda não é exata: o erro da estimativa é de +10-5%.

A estimativa feita no projeto executivo foi feita a partir de relações completas de materiais e serviços. Outras estimativas mais grosseiras podem ser feitas para etapas anteriores - etapas de decisão, onde se deseja apenas ter um quantitativo de gastos para decidir se entra no negócio ou se desiste dele.

A regra dos seis décimos, segundo a qual:

$$\left(\frac{\text{investimento na usina 1}}{\text{investimento na usina 2}} \right) = \left(\frac{\text{capacidade da usina 1}}{\text{capacidade da usina 2}} \right)^{0,6}$$

pode ser usada para estimativas muito preliminares, quando não existir nenhuma informação melhor, exceto o investimento noutro negócio semelhante, mas de capacidade de produção diferente.

Outra maneira de se avaliar os equipamentos é através de regras análogas à regra dos seis décimos, quando se conhece o valor de equipamentos de mesma natureza (as empresas de mineração dispõem dessas informações em seus arquivos e as empresas de engenharia dispõem de bancos de dados permanentemente atualizados). O Prof. Mullar da Universidade da Columbia Britânica – (UBC) verificou que, de uma maneira geral, os valores de equipamentos variam segundo a lei:

$$\text{investimento} = a. (\text{parâmetro típico})^b$$

onde esse parâmetro típico é área de peneiras, a área da boca de britadores de mandíbulas etc. A Tabela 1 mostra os parâmetros desta equação para os equipamentos mais comuns, segundo a pesquisa de Parkinson e Mullar (Mullar, 1978):

Tabela 1 – Parâmetros da equação do Prof. Mullar.

Equipamento	Capacidade ou Tamanho	Parâmetro	a	b	Observação	
Britadores cônicos	2 a 7 ft	diâmetro cone	4,154	1,80	sem motor	
Britadores giratórios	primários	30 x 65" a 60 x 109"	gape ou d.manto	3,58	1,41	idem
	secundários	16 x 50" a 30 x 70"	idem	147,1		idem
Britadores de martelo	9 x 17" a 14 x 25"	abertura alim.	235	0,57	idem	
	15 x 25" a 47 x 90"	idem	56,3	0,88	idem	
Britador mandíbulas	15 x 24" a 60 x 48"	idem	6,0	1,28	idem	
Britador de rolos pesados	2ft x 40 a 72"	compr.do. rolo	11250	0,20	s/motor e transmissão	
	2,5 ft x 40 a 72"	idem	8120	0,38	idem	
	3 ft x 50 a 72"	idem	1700	0,84	idem	
	leves	2 ft x 30 a 60"	idem	2710	0,37	idem
		2,5 ft x 5 ^a a 100"	idem	1340	0,63	idem
Moinhos de martelos	6 x 4 a 45 x 60"	abertura alim.	217	0,67	s/m, tr. e acionamento	

O Manual de Britagem Metso (p. 8-19) fornece os valores de a e b para os principais equipamentos de sua fabricação, base US\$, de data não indicada. Por exemplo, para transportadores de correia de 36", entre 5 e 150 m de comprimento, $a = 300$ e $b = 1,13$. O valor de um transportador de 36", de 100 m de comprimento, seria então:

$$\text{valor} = 300.(100)^{1,13} = \text{US\$ } 54.591,03.$$

Este valor, obviamente, precisaria ser corrigido pela variação inflacionária do real e pela variação da paridade do dólar, donde a necessidade de se conhecer a data.

Nossa sugestão é utilizar o valor de b , como expoente, da mesma forma que na regra dos seis décimos, *a partir do valor já conhecido de um equipamento semelhante*, isto é:

$$\text{valor do equipamento 1} = a (x_1)^b$$

$$\rightarrow \frac{\text{valor eq.1}}{\text{valor eq.2}} = \left(\frac{x_1}{x_2} \right)^b,$$

$$\text{valor do equipamento 2} = a (x_2)^b$$

onde b é o valor fornecido pelo fabricante ou pelo artigo do Prof. Mullar.

A dose de subjetividade envolvida nestas avaliações é portanto muito grande e sempre haverá campo para controvérsia ou discussão. Note-se, entretanto, que tudo isto corresponde a apenas um primeiro processo decisório - é necessário decidir se vai ou não gastar dinheiro com a jazida.

O mesmo Manual de Britagem Metso fornece uma tabela e gráficos, à página 8-10, com a incidência média, para as condições brasileiras, dos insumos sobre o custo operacional de instalações de britagem. Estes valores são os seguintes:

	Item	Incidência (%)	
		No item sobre o total	
Perfuração e desmonte transporte britagem			25
			40
			35
	depreciação		20
	peçoal		10
	insumos		70
Insumos	explosivos	19	13
	perfuração	14	10
	peças de desgastes – britagem	13	9
	peças de reposição – britagem	4	3
	combustíveis	9	6
	energia elétrica	10	7
	manutenção de equipamentos de transporte e carga	23	26
	peças e manutenção de TCs	3	2
	diversos	5	4
	Total		100

Uma obra construída em São Paulo, Belo Horizonte ou no Rio de Janeiro e outra obra idêntica construída na Amazônia terão custos totalmente diferentes. De um lado, a necessidade de transportar todos os materiais para longe dos centros produtores, as dificuldades climáticas, a perda de produtividade do trabalhador, especialmente em função da existência ou não de tradição mineira no local; de outro, a abundância de madeira e a possibilidade de adquirir equipamentos via Zona Franca de Manaus, fazem com que esses preços sejam diferentes. As revistas especializadas, por exemplo, a revista "Construção" publicam quantificadores dos fatores ditos "geográficos" ou "de localização" que retratam esta influência.

Uma prática usual para a estimativa inicial de investimentos e custos operacionais é a conhecida como método do fatoramento. Faz-se o dimensionamento dos equipamentos principais de processo, selecionam-se-os

dentre os equipamentos disponíveis no mercado, obtém-se uma cotação confiável dos mesmos. Os demais investimentos em construção, montagem etc. serão proporcionais ao valor do investimento com a aquisição destes equipamentos. A experiência consolidada ao longo de anos pelas empresas de engenharia, de montagem e pelos fabricantes fornece coeficientes bastante confiáveis.

O Prof. Mullar apresenta a Tabela 2 como representativa do método aplicado para usinas de tratamento. Os valores da última coluna resultam da aplicação a uma usina de britagem secundária, com equipamentos no valor de US\$ 2,5 milhões de dólares americanos.

Tabela 2 – Método da fatoração (Prof. Mullar).

	Item	% Sobre x	Valor sugerido	Resultado (%)
1	valor dos equipamentos	x		35,6
2	instalação dos equipamentos	17 a 25 %	24	8,5
3	tubulação, material e mão-de-obra *	7 a 25 %	16	5,7
4	eletricidade, material e mão-de-obra **	13 a 25 %	19	6,8
5	instrumentação	3 a 12 %	8	2,9
6	edifício principal ***	33 a 50 %	45	16,0
7	edifícios auxiliares ***	7 a 15 %	12	4,3
8	utilidades	7 a 15 %	10	3,6
9	cercas, estradas, etc.	3 a 18 %	5	1,8
10	canteiro de obras	10 a 12 %	10	3,6
11	gerenciamento e engenharia	30 a 33 %	32	11,2
12	investimento total	1+2+...+11		100,0

* exclui utilidades

** exclui iluminação

*** inclui serviços mecânicos e iluminação

O Manual de Britagem da Metso fornece à p. 8.20, fatores para o cálculo do investimento e custo operacional em pedreiras, com diferentes capacidades produtivas. A publicação menciona que, a base de cálculo foi dólar americano mas, infelizmente, não menciona de que data, para se poder calcular o efeito inflacionário sobre estes valores. Por isto, reproduzimos apenas os valores percentuais Tabela 3 do investimento e dos custos operacionais.

Tabela 3 – Fatores de composição de investimentos e custos operacionais (% sobre o total).

SETORES	Capacidade (t/h)		
	200	500	1000
INVESTIMENTO			
transporte*	30%	41	36
perfuração e ar comprimido	9	6	6
equipamentos	33	32	35
instalação elétrica	10	7	6
bases-prédios-montagem	18	14	16
Total	100	100	100
CUSTOS OPERACIONAIS			
horas trabalhadas / mês	250		
eficiência	80%		
capacidade mensal (t/mês)	40.000	100.000	200.000
consumo + manutenção	13	32	28
m.o. com indiretos	24	18	16
energia elétrica	5	5	7,5
combustível + lubrificante	8	7	7
administração	5	6	8
depreciação**	27	32	33,5
Total	100	100	100

* caminhões e carregadeiras

** 5 anos

4. AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DO EMPREENDIMENTO

Em suma, a partir da documentação de projeto, seja qual for a sua precisão, é possível estabelecer estimativas de investimento: em equipamentos, montagem eletro-mecânica, construção civil etc. O cronograma estabelecido permite antever a sequência destas obras e operações e a sequência dos dispêndios orçados. É também possível prever os custos de produção, a partir das potências instaladas, mão-de-obra, consumo de combustíveis, lubrificantes, materiais de desgaste, peças de reposição etc.

A partir da entrada em operação, começarão a haver receitas ou entradas de caixa. O documento que mostra esses valores e época de incidência de cada um deles é chamado de "fluxo de caixa". Este é o retrato financeiro do empreendimento. A sua análise é que vai permitir avaliá-lo e concluir pelo interesse ou não da sua implantação. A prática usual é fazê-lo em alguma moeda forte.

Existem inúmeras técnicas de análise de empreendimentos. O método do valor presente calcula o fluxo em cada ano (ou outro período melhor conveniente), e, adotando uma taxa de descontos (que é a taxa de juros que a empresa conseguiria obter se aplicasse o mesmo dinheiro no mercado financeiro), traz os valores futuros para o valor presente. Se o valor presente for positivo, o projeto rende mais que o dispendido no empreendimento e então é atrativo àquela taxa de descontos.

O método da taxa interna de retorno faz o mesmo, adota uma taxa de descontos, mas calcula a taxa de juros que torna o valor presente igual a zero. Quanto maior a taxa de retorno, maior o interesse do empreendimento. Para novos empreendimentos ou negócios diferentes do usual, os grupos empresariais definem taxas mínimas de retorno para considerar um investimento atrativo.

O método do "pay back time" calcula o tempo de retorno do investimento, isto é, o tempo em que o lucro decorrente do processo produtivo reembolsa (paga) o investimento inicial. Este é talvez o método que mais significado tem para nós, não versados nos mistérios desta arte que é a Economia.

Finalmente, um método pouco usado, mas que também existe, é o da série equivalente: o fluxo de caixa é transformado em uma série de dispêndios ou entradas que seja equivalente, do ponto de vista financeiro, a ele (fluxo de caixa). Se positiva a série, o projeto dá lucro; se negativa, é anti-econômico.

O que se despreza, muitas vezes, por ser impossível de quantificar em termos econômicos, ou por ser difícil de avaliar o seu efeito, são os aspectos ditos "imponderáveis", tais como: esforço para permanecer na liderança de um mercado, tentativa de impedir que um concorrente entre no negócio, vaidade pessoal, pressões políticas, ecológicas ou culturais etc. Estes imponderáveis podem entretanto decidir, para o empreendedor, a entrada ou a saída no negócio.

Como cada uma das etapas de estimativa tem um erro, é possível fazer diferentes fluxos de caixa. Por exemplo, se a estimativa está afetada de um erro de $-20 +30 \%$, teríamos três estimativas de investimento a colocar no fluxo de caixa:

- (i) uma estimativa pessimista = investimento calculado + 30 %,
- (ii) estimativa otimista = investimento calculado - 20 %,
- (iii) estimativa central = investimento calculado.

O mesmo se aplica aos custos operacionais. Assim, é possível gerar diferentes fluxos de caixa, cada um referente a uma dose de otimismo ou pessimismo introduzida nele. A composição dos indicadores econômicos fornecidos por estas avaliações é o que se chama de análise de sensibilidade do empreendimento.

Um fator que é importante de considerar é o efeito financeiro dos atrasos ou adiantamentos da entrada em operação (atrasos no cronograma). É importante fazer simulações de fluxo de caixa, considerando os atrasos possíveis para a entrada em operação do empreendimento e medindo o seu efeito sobre os indicadores financeiros.

Qualquer planilha eletrônica permite elaborar fluxos de caixa e calcular os indicadores econômico-financeiros. Existem softwares mais sofisticados que permitem introduzir a variabilidade da estimativa e atribuir-lhe uma probabilidade de ocorrência.

5. CONCEITO DE "POINT OF NO RETURN"

Uma outra idéia associada à palavra "projeto", se refere ao conjunto de documentos organizados e completos que descrevem um empreendimento. Esta documentação é apresentada a alguma diretoria do grupo empresarial, para obter a sua aprovação e inclusão no port-fólio de investimentos para o próximo período.

Externamente à empresa, esta documentação é submetida aos agentes governamentais, com vistas à obtenção de licenciamento para instalação ou funcionamento. Frequentemente, ela é submetida aos agentes financiadores, para a obtenção de recursos ou de favores fiscais.

O objetivo deste "projeto" é tão simplesmente a obtenção das vantagens pretendidas. Ele se esgota no momento em que elas são concedidas ou negadas. Infelizmente, grande parte da literatura brasileira sobre projetos está dirigida para este tipo de atividade.

A consideração do relacionamento do empresário com o governo ou com a comunidade é importante e afeta também a atividade técnica e gerencial de condução de um projeto.

Ao anunciar um projeto, o empresário cria uma expectativa nas autoridades governamentais, no ministério correspondente, nos governos estaduais, na população do local anunciado para a implantação do empreendimento, nos sindicatos, nas organizações não-governamentais etc.

Tudo isto, naturalmente, influencia a obtenção de favores fiscais (isenção de impostos municipais e estaduais), a obtenção de vantagens (doação pela Prefeitura Municipal de terreno, asfaltamento do acesso, construção pela concessionária de energia elétrica das linhas de alta tensão) etc, além do financiamento propriamente dito, para o empreendimento.

À medida em que mais favores vão sendo obtidos, o empresário fica cada vez mais comprometido com o prosseguimento do seu empreendimento.

Quando um avião levanta vôo, ele tem combustível para voar uma certa distância. Existe um ponto onde ele já consumiu mais combustível do que ele necessitaria para retornar ao aeroporto de origem. Em caso de problemas, ele não pode mais retornar, tem que prosseguir, obrigatoriamente, para o seu ponto de destino. Este é o "point of no return", ponto sem volta. O mesmo acontece nas viagens por mar, nas viagens por terra em locais desertos, nas relações interpessoais etc.

No desenvolvimento de um projeto, em algum momento, o empresário estará tão comprometido com as autoridades governamentais, com a comunidade ou já terá gasto tanto dinheiro, que não pode mais interromper o programa. É mais conveniente para ele ir até o fim.

Dependendo do tipo de atividade ou negócio, o ponto sem volta fica em alguma etapa das descritas anteriormente. Entretanto, ele sempre existe! É importante que a equipe de engenharia e a Diretoria tenham consciência deste fato e sejam capazes de identificar - para cada projeto em carteira - onde ele se localiza.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MANUAL DE BRITAGEM, Metso Minerals, Sorocaba, 2005, 6ª edição.

HERRMAN, C. Manual de perfuração de rocha, São Paulo, Polígono, 1972, 2ª edição.

VALLE, C. E. Implantação de indústrias. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1975.

MULAR, A. L. The estimation of preliminary capital costs. In: MULAR, A.; BHAPPU, R. B. (ed.) Mineral processing plant design, New York, SMW/AIME, 1978, chapter 3, p. 52-70.

CAPÍTULO

5

OPERAÇÕES DE LAVRA EM PEDREIRAS

Jair Carlos Koppe

Engenheiro de Minas e Geólogo/UFRGS, D.Sc. em
Ciências/UFRGS, Professor Titular do DEMIN/UFRGS.

João Felipe Coimbra Leite Costa

Engenheiro de Minas/UFRGS, PhD em Geoestatística/University
of Queensland, Professor Associado do DEMIN/UFRGS.

1. INTRODUÇÃO

Desde a Idade da Pedra, o homem vem utilizando rochas para o seu desenvolvimento e à medida que o homem foi se tornando sedentário e passou a fase de urbanização, as rochas passaram a ter enorme importância, sendo utilizadas nos mais variados tipos de construções. No início, as técnicas de uso das rochas eram extremamente rudimentares e com os avanços tecnológicos ocorreram grandes melhorias nos processos de lavra nas pedreiras. Ainda hoje, grandes quantidades de rochas britadas são utilizadas na construção de edifícios, casas, estradas e outras obras civis.

Esse capítulo apresenta os principais procedimentos nas operações de lavra em pedreiras, enfocando a preparação e decapeamento das rochas, a perfuração do maciço rochoso para carregamento dos explosivos, os principais conceitos e sugestões de projeto para o desmonte da rocha com explosivos, o carregamento e o transporte do minério desmontado para a planta de britagem.

2. PREPARAÇÃO E DECAPEAMENTO

A preparação do terreno para início das operações de lavra, em uma pedreira, constitui uma fase bastante delicada para o bom andamento dos futuros trabalhos de desmonte da rocha. Nessa fase, é importante se preservar parte do solo removido para posterior recuperação da área degradada pela lavra. Dessa forma, é recomendável que seja reservada uma área para estocagem de solo durante o planejamento das operações.

As espessuras das coberturas de solo residual, bem como o desenvolvimento dos horizontes do solo, variam muito de região para região, dependendo das condições climáticas e de relevo. Em alguns locais, espessas coberturas de solo requerem um manejo mais apropriado nas operações de decapeamento. Em outros, a pequena espessura e às vezes inexistência do solo, facilitam as operações iniciais.

Os equipamentos que são normalmente utilizados no processo de decapeamento em pedreiras incluem: tratores de esteira, carregadeiras frontais, escavadeiras e caminhões.

A remoção do solo residual ou outro material de cobertura da rocha gera, em geral, uma superfície irregular que dificulta as primeiras operações de perfuração e desmonte. Recomenda-se que seja feita uma limpeza da superfície removendo todos fragmentos de rocha, para que não fiquem materiais disponíveis para ultralançamentos.

3. PERFURAÇÃO

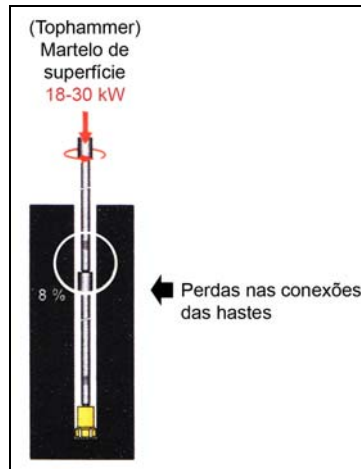
As operações de perfuração do maciço rochoso na lavra de pedreiras são de extrema importância para o sucesso do desmonte da rocha. A correta execução da perfuração, assegurando que os furos efetivamente sejam desenvolvidos segundo o plano de fogo, mantendo a malha estabelecida, a correta inclinação e retilinidade são condições essenciais para garantir que os objetivos do desmonte sejam alcançados.

Diversas técnicas de perfuração são empregadas nas pedreiras, variando muito no porte dos equipamentos, mas, de um modo geral, no Brasil ainda são adotados, na maioria das operações, equipamentos de pequeno a médio porte. Na indústria de produção de brita é utilizado principalmente o método de perfuração de rochas à percussão. As mais importantes variações dessa técnica compreendem os sistemas: percussão *down-the-hole* (DTH) ou perfuração de fundo de furo, percussão *tophammer* ou perfuração com martelo de superfície e perfuração pelo sistema COPROD (método desenvolvido pela Atlas Copco). Além da perfuração por percussão, podem ser utilizados métodos roto-percussivos incluindo perfuração por trituração e rotação, por corte e rotação e por rotação e abrasão (perfuração adiamantada). Essas últimas técnicas são muito menos utilizadas e a perfuração adiamantada tem uso basicamente na exploração dos maciços rochosos.

Na perfuração por percussão a energia de impacto é transmitida da perfuratriz para a rocha por meio dos botões ou insertos de metal duro. A perfuração *down-the-hole* é caracterizada pelo martelo percussor posicionado imediatamente atrás da coroa de perfuração (Figura 1). A aplicação da energia de impacto de 18 a 25 kW é transferida diretamente do martelo a coroa (bit) de perfuração ou seja, o pistão da perfuratriz trabalha diretamente sobre o bit (metal duro utilizado para corte ou quebra da rocha). À medida que o furo vai avançando, o martelo vai descendo juntamente com a coroa. Quando o martelo impacta a coroa de perfuração, a energia cinética é transformada em uma onda de percussão. O martelo *down-the-hole* é acionado pneumáticamente.

Figura 1 – Perfuração *down-the-hole*.

A técnica do *tophammer* ou martelo de superfície é caracterizada pela percussão do martelo fora do furo no topo do conjunto de hastes de perfuração, cuja energia de impacto, 18 a 30 kW, é transferida para a coroa de perfuração pelo conjunto de hastes (Figura 2). Perdas de 6 a 8% de energia ocorrem durante a transferência de energia causada por atrito nas conexões das hastes. Perdas adicionais podem ocorrer por atrito entre as hastes e as paredes do furo. Com o aumento da profundidade do furo, na comparação com o método *down-the-hole*, há uma perda da performance do equipamento.

Figura 2 – Perfuração do tipo *tophammer*.

O sistema COPROD consiste de uma combinação de hastes de impacto com tubos de perfuração. As hastes de impacto transferem energia unicamente à coroa de perfuração, enquanto que os tubos de perfuração conduzem a força de impulsão e o torque rotacional (Figura 3). A peça terminal da coroa de perfuração permite que a energia de impacto gerada pela ação de percussão seja transferida por meio das hastes de impacto na forma de ondas de percussão diretamente à coroa de perfuração no fundo do furo. A energia de impacto aplicada é da ordem de 18 a 40 kW e os furos têm diâmetro maior do que 90 milímetros.

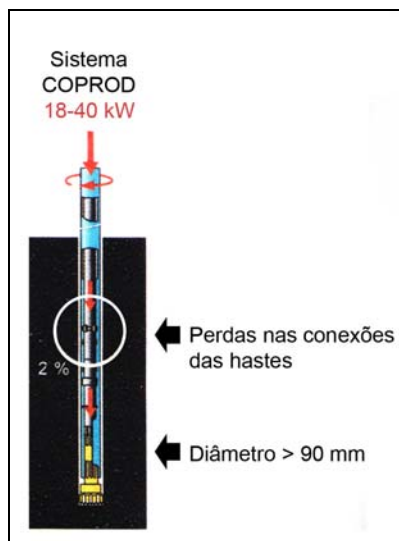


Figura 3 – Sistema de perfuração COPROD.

A Tabela 1 mostra uma comparação entre os diferentes métodos de perfuração utilizada nas operações de lavra em pedreiras modernas.

Tabela 1 – Comparação entre os métodos de perfuração para operações em pedreiras com altura de bancada de 20 m (Fernberg, 2005).

Método de perfuração	Martelo de superfície	de <i>Down-the-hole</i>	COPROD
Diâmetro do furo, mm	76-127	85-165	105-165
Taxa de penetração	Boa	Regular	Muito boa
Retilidade do furo	Regular	Muito boa	Muito boa
Profundidade do furo	Regular	Muito boa	Muito boa
Produção t/m/turno	Boa	Regular	Muito boa
Consumo combustível/m	Bom	Regular	Bom

Muitas vezes, durante a perfuração ocorrem desvios da furação devidos a diversos fatores, entre eles o uso inadequado dos equipamentos e as condicionantes geológicas do terreno, refletidas especialmente por materiais de diferentes durezas ou outras circunstâncias como presença de fraturas, zonas de cisalhamento e diferentes estratos. Esses desvios podem gerar problemas, posteriormente, durante a detonação dos explosivos no desmonte, podendo provocar excesso de vibrações no terreno e ultra-lançamentos que podem ser perigosos para os empregados, os equipamentos e para a vizinhança da pedreira.

Os principais erros e desvios que podem ocorrer durante a perfuração compreendem (Kerber *et al.*, 2007): desvios do furo para frente ou para trás da face da bancada, desvios laterais, desvio na inclinação ou azimute do furo, comprimento errado do furo e perdas de furo (Figura 4).

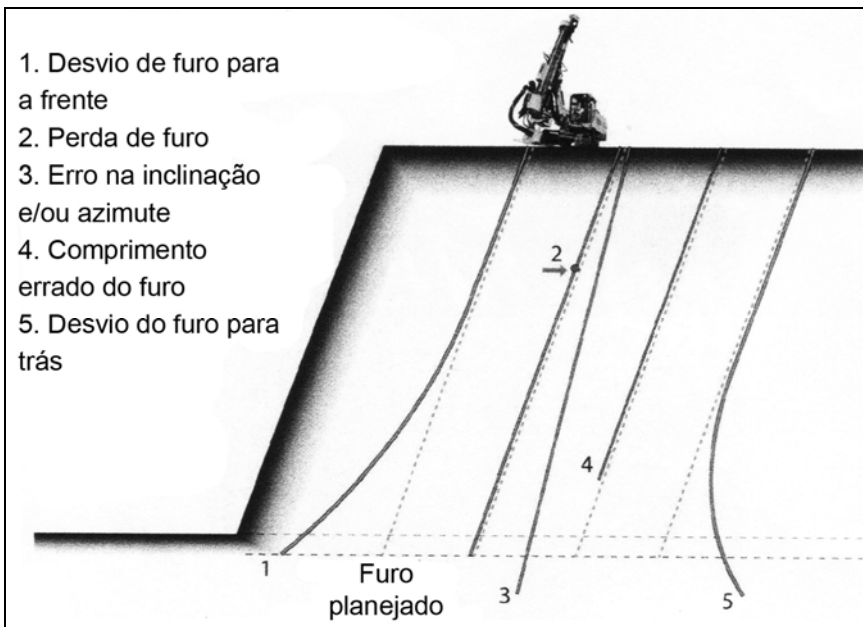


Figura 4 – Principais erros que ocorrem durante o desenvolvimento das operações de perfuração.

Os desvios da furação que ocorrem para frente da face da bancada podem diminuir sensivelmente o afastamento projetado, o que pode acarretar ultralançamento. Ocorrendo o desvio para trás da face da bancada, a tendência é de aumentar-se o afastamento, criando áreas que não estarão sob o efeito da

energia dos explosivos daqueles furos, podendo ocasionar formação de repé (saliências rochosas no pé da bancada), fragmentação inadequada e excesso de vibrações no terreno. Desvios laterais modificam a relação de espaçamento planejado, redundando em problemas na fragmentação do material.

Erros na inclinação ou azimute do furo podem levar a perfuração inadequada do comprimento de um furo e modificar as relações de afastamento entre furos projetadas no plano de fogo. Quando ocorre um aumento da subfuração, a tendência é gerar uma maior vibração no terreno devido ao confinamento dos explosivos. Ao contrário, caso o furo não atinja a profundidade planejada, poderá surgir repé na praça de trabalho.

4. DESMONTE COM EXPLOSIVOS

O desmonte de rocha em pedreiras é realizado tradicionalmente por meio de explosivos. Embora vários problemas de ordem ambiental, tais como ruído, ultralanchamentos e vibrações transmitidas à vizinhança, a utilização intensa de explosivos, no desmonte em pedreiras, está associado à eficiência da técnica e aos custos envolvidos, muito menores do que no desmonte mecânico.

O planejamento do desmonte, com utilização de explosivos, é influenciado por diversos fatores, os quais necessitam de controle para que os objetivos pretendidos do desmonte sejam efetivamente alcançados. A escolha do método e dos equipamentos de perfuração, a distribuição, o diâmetro e profundidade dos furos, o tipo de explosivo a ser utilizado e a qualificação da equipe de desmonte são, por exemplo, fatores relevantes para o sucesso do desmonte, mas, as condições geológicas têm papel fundamental e sempre devem ser consideradas no projeto.

Para uma melhor compreensão dos aspectos que envolvem o desmonte de rochas, com utilização de explosivos, é necessário o entendimento dos processos envolvidos na fragmentação da rocha. A fragmentação inicia com a detonação do explosivo e a partir desse momento ocorre uma interação da ação do explosivo com a rocha (Figura 5). O tipo do explosivo, a geometria da furação imposta ao maciço rochoso, o padrão de iniciação da detonação e as características do maciço rochoso são responsáveis pela fragmentação e formação da pilha desmontada. A detonação do explosivo promove uma liberação de enorme quantidade de energia na forma de calor e pressão de gases de forma rápida e violenta. Diversas teorias desenvolvidas nos últimos

anos procuram explicar o mecanismo envolvido nos processos de fragmentação, sendo que as principais são: reflexão, expansão de gases, ruptura flexural, ondas de tração e expansão de gases, ondas de tração, expansão de gases e ondas de tração/defeitos, nucleação, torque e crateramento (Olofsson, 1989).

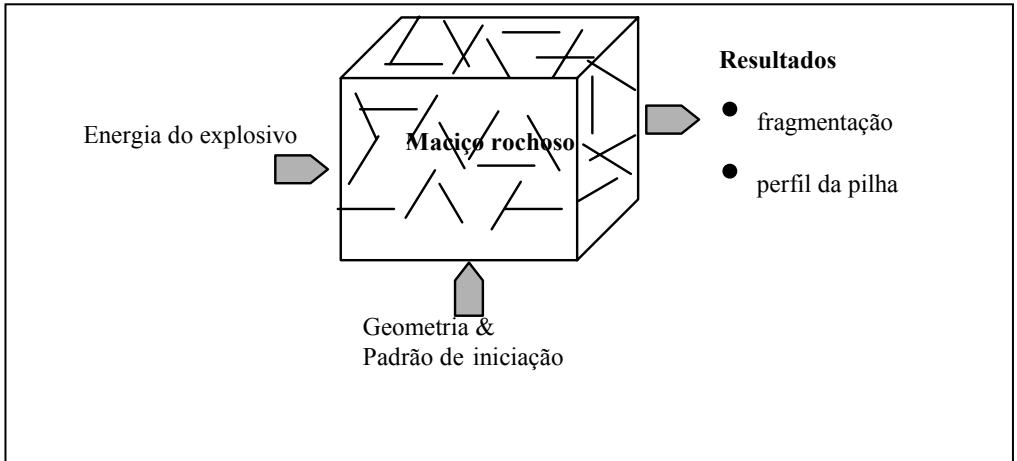


Figura 5 – Interação do explosivo com o maciço rochoso.

Resumidamente, o processo envolvido, a partir da detonação do explosivo, compreende inicialmente uma forte compressão do maciço rochoso, por uma onda de choque que se propaga pela rocha com velocidades no intervalo de 2.000-7.000 m/s, dependendo do tipo de rocha e explosivo utilizado. Essa onda de compressão provoca microfissuras no entorno do furo carregado com explosivos, dando início ao processo de fraturamento da rocha. Na sequência, a onda de choque pode sofrer reflexões a partir de superfícies livres (face da bancada ou planos de descontinuidade existentes na rocha). A onda de compressão é, então, transformada em ondas de tração e cisalhamento, aumentando o processo de fraturamento (Figura 6). Observa-se o alargamento do furo pela onda compressional, com o aparecimento de fraturas radiais. As ondas de tração geradas pela reflexão das ondas de choque, nas superfícies livres, induzem a continuidade do fraturamento da rocha e o deslocamento (*spalling*) na face da bancada (Scott *et al.*, 1996). A seguir, grandes volumes de gás são liberados, penetrando e expandindo as fissuras existentes. O gás pode promover, também, o lançamento da rocha no sentido da face da bancada e o mecanismo de ruptura flexural (Figura 7).

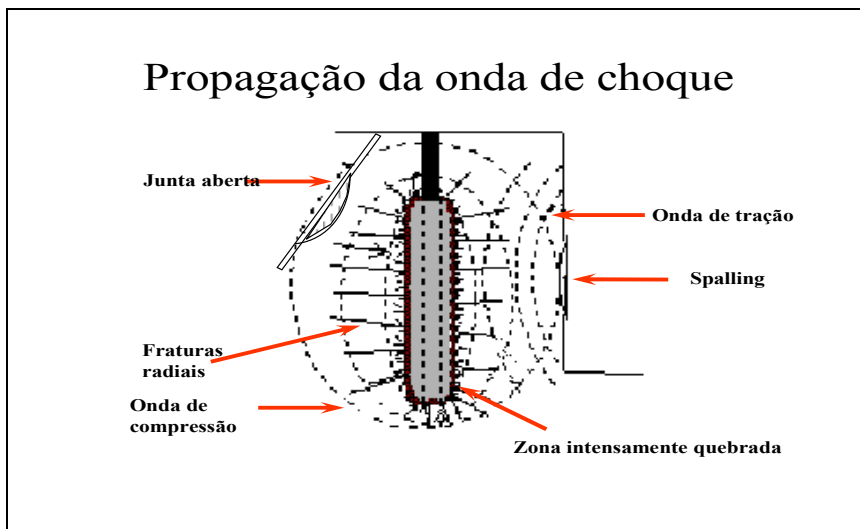


Figura 6 – Propagação da onda de choque no maciço rochoso.
(Modificado de Scott *et al.*, 1996).

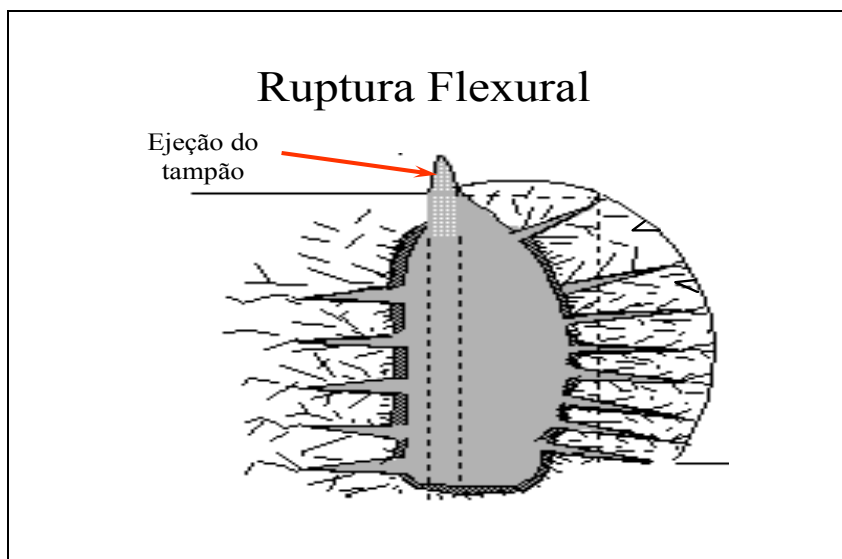


Figura 7 – Ruptura flexural da bancada promovida pela expansão dos gases promovendo o lançamento do material para frente da bancada.
(Modificado de Scott *et al.*, 1996).

O desmonte de rochas em pedreiras segue o método de bancadas simples ou múltiplas, dependendo do porte e condicionamento topográfico e geológico do maciço rochoso. De um modo geral, no Brasil as lavras em pedreiras são desenvolvidas em encostas e, poucas, são configuradas na forma de cavas (*open pit*). O método de bancadas é o método mais comum para desmontes com utilização de explosivos. A organização dos furos paralelos a faces livres, permite uma fácil fragmentação do maciço rochoso tornando, dessa forma, o método de bancadas em um dos métodos mais fáceis, eficientes e econômicos de desmonte.

Para uma melhor compreensão do desmonte em bancadas (Figura 8) é necessário, inicialmente, estabelecer-se uma nomenclatura identificando todos os elementos do projeto de desmonte ou do, também, chamado plano de fogo. Esses elementos estão ilustrados nas (Figuras 9 e 10).

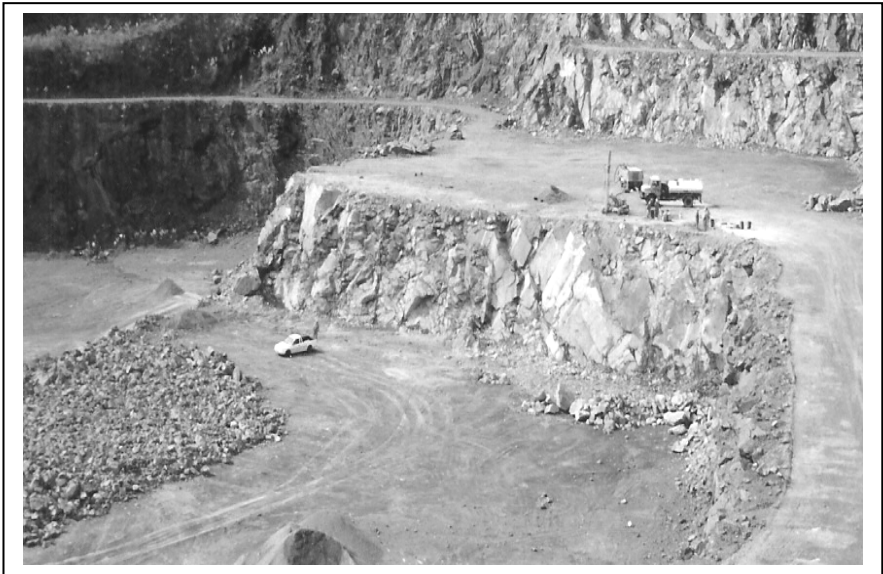


Figura 8 – Desmonte em bancadas em pedra de basalto.

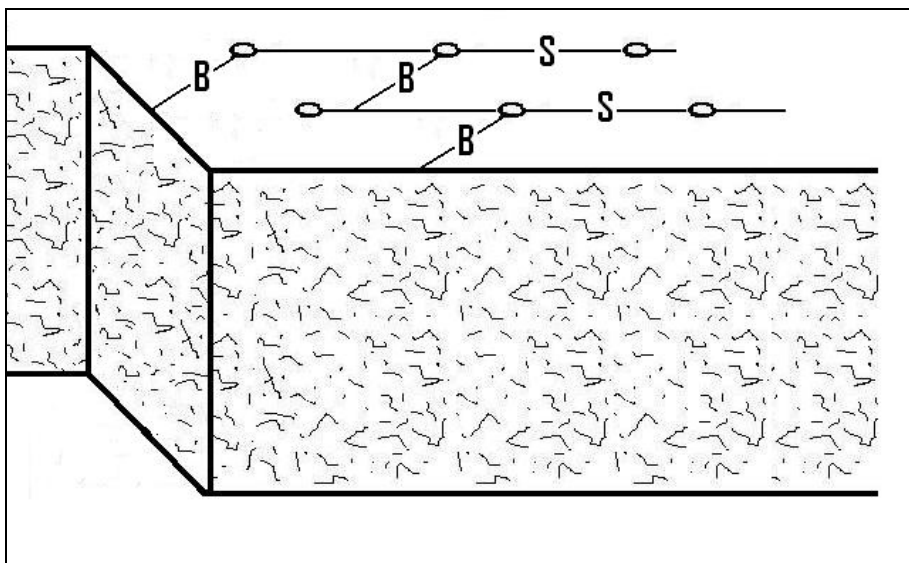


Figura 9 – Diagrama representativo de uma bancada com malha em estilo pé-de-galinha onde estão inseridos: B = afastamento (*burden*) e S = espaçamento (*spacing*).

Observam-se, na (Figura 9), os elementos geométricos que constituem a malha de perfuração do plano de fogo. O afastamento (B) ou *burden* representa a distância normal da linha de furos até a face da bancada ou a distância normal entre duas linhas de furos e o espaçamento (S) representa a distância entre furos de uma mesma linha. A malha pode ser organizada em uma configuração quadrada, retangular ou em pé-de-galinha. A razão entre o espaçamento e o afastamento (S/B) tem grande impacto no resultado da fragmentação e 1,4 pode ser considerado um valor médio satisfatório.

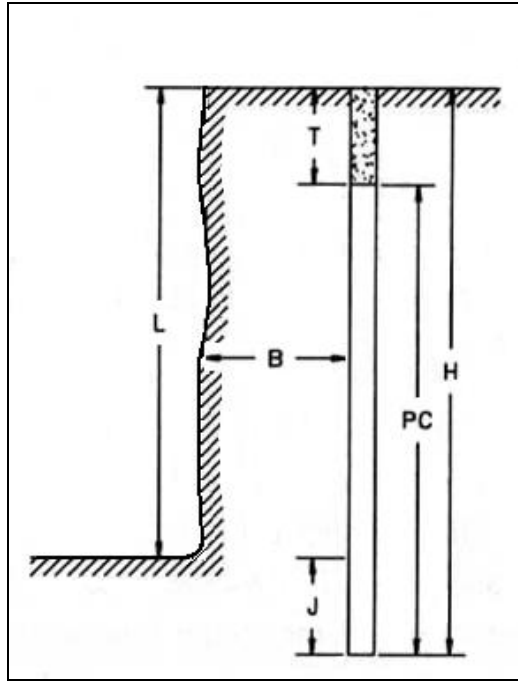


Figura 10 – Seção lateral de uma bancada com delimitação dos elementos geométricos: L = altura da bancada; B = afastamento; T = tampão; H = comprimento do furo; PC = comprimento da carga de explosivos; J = subfuração.

A Figura 10 mostra os demais elementos necessários à elaboração do plano de fogo. O tampão (T) é constituído por material inerte e tem a função de reter a energia do explosivo no furo, não permitindo que a energia se dissipe pelo topo da bancada, sem realizar a fragmentação esperada. Além disso, serve para controlar e reduzir o ultralançamento. O material utilizado no tampão deve ser granular, por exemplo, brita e o tamanho de partículas dependerá do diâmetro da furação. Pó de furação, embora muito utilizado, deve ser evitado como material do tampão. A subfuração (J) corresponde a um incremento na profundidade do furo, é utilizada muitas vezes no intuito de impedir a formação de repé na bancada.

Outro componente do desmonte e que tem destaque especial é o explosivo a ser utilizado. Os explosivos comerciais mais empregados no desmonte em pedreiras podem ser agrupados em duas categorias: (i) ANFO e

(ii) emulsões e blendados. O ANFO é constituído essencialmente por nitrato de amônia (AN) e óleo combustível (FO) e tem densidade em sua maioria entre 0,8 e 0,9 g/cm³. Nas emulsões, gotas microscópicas de sais oxidantes, como nitratos de amônia, sódio e cálcio, estão dispersas em uma fase contínua de óleo, formando uma mistura do tipo água no óleo. Outros elementos podem ser adicionados, na matriz da emulsão, para controlar a densidade que em geral varia de 0,7 a 1,35 g/cm³. Os blendados correspondem a misturas de ANFO e emulsões. A seleção de explosivos pode ser feita com base nas condições geológicas existentes, principalmente presença d'água, fraturas e características de resistência da rocha. Quando a água está presente, deve-se optar por emulsões e blendados. O ANFO é o explosivo mais utilizado em condições secas, devido a sua baixa performance na presença de água. O baixo custo do ANFO é responsável pela sua grande comercialização. No caso de rochas muito fraturadas, em condições secas, a preferência é, também, pelo ANFO. Quanto mais resistente for a rocha, de um modo geral, deve-se optar por um explosivo com maior densidade.

Outro conceito importante no plano de fogo é a definição da razão de carga (Rc), ou seja, a massa de explosivos necessária para fragmentar uma dada quantidade de rocha. A razão de carga é expressa usualmente em kg/m³ ou kg/t. A Tabela 2 fornece uma orientação preliminar para a razão de carga, considerando alguns tipos comuns de rocha. As condições de fraturamento da rocha devem ser levadas em consideração, em geral, quanto maior o fraturamento menor a razão de carga a ser utilizada. Variações na razão de carga podem ser obtidas modificando-se as relações de afastamento e espaçamento na malha de perfuração. A fragmentação da rocha tende a aumentar com o aumento da razão de carga.

O volume de rocha fragmentado por furo (Vf) é calculado multiplicando-se o afastamento pelo espaçamento e pela altura da bancada: $B \times S \times L = Vf$. O volume total de rocha (Vt) desmontado é calculado multiplicando-se o número de furos (Nf) do plano de fogo pelo volume de rocha fragmentado por furo: $Vf \times Nf = Vt$.

Diferentes fórmulas para dimensionamento do plano de fogo são encontradas na literatura moderna sobre explosivos, destacando-se alguns como Olofsson (1989), Konya (1995) e Sen (1995). No entanto, fórmulas empíricas são ainda muito utilizadas e, de um modo geral, são de fato a melhor opção para iniciar o planejamento. As fórmulas empíricas são de fácil utilização e de simples entendimento. Apresentam-se, a seguir, fórmulas que podem ser

utilizadas preliminarmente para o projeto de desmonte de rocha com utilização de explosivos e que representam parte da experiência dos autores e combinação de fórmulas empíricas clássicas.

Tabela 2 – Razão de carga para algumas rochas considerando a sua resistência mecânica.

Resistência à Compressão (Mpa)	Tipo de Rocha	Razão de Carga (kg/m ³)
> 150	granito, basalto	0,70
100 - 150	dolomito, xistos	0,45
50 - 100	arenitos, calcários	0,30
< 50	carvão	0,15 – 0,25

Para o início do plano de fogo, pode ser adotada uma razão de carga de 500 a 600 g/m³. Essa razão de carga assegura uma boa fragmentação de rocha, quando se utiliza a técnica de desmonte em bancadas. Deve-se observar, no entanto, qual é o objetivo do plano de fogo. Caso se necessite uma menor fragmentação da rocha, a razão de carga deve ser reduzida.

O plano de fogo pode ser iniciado definindo-se a altura da bancada, a qual depende do diâmetro de furação:

$$L \text{ (altura da bancada)} = 100 \text{ a } 120 D \text{ (diâmetro do furo)}.$$

Essa altura é idealizada para os casos onde a perfuração pode ser feita de forma aceitável. Deve ser observado, também, que a altura deverá guardar uma proporção com o afastamento (B), a altura precisa ser pelo menos 4 vezes o afastamento, para se obter uma boa fragmentação. Bancadas muito baixas ocasionam vários problemas, por exemplo, fragmentação inadequada e ultralançamento.

A definição do afastamento (B) e do espaçamento (S) é feita em função do diâmetro do furo e deve guardar uma relação média entre esses fatores de 1,4 ($S = 1,4 B$):

$$B \text{ (afastamento)} = 25 \text{ a } 30 D \text{ (diâmetro do furo)}$$

$$S \text{ (espaçamento)} = 35 \text{ a } 45 D \text{ (diâmetro do furo)}$$

O tampão (T) pode ser dimensionado com valores entre 0,7 a 1,3 vezes o afastamento (B), recomenda-se iniciar com:

$$T \text{ (tampão)} = B \text{ (afastamento)}$$

Caso haja preocupação com ultralançamentos, em pedreiras próximas de áreas urbanas, recomenda-se aumentar o comprimento do tampão. O tamanho do material do tampão deve ser de 1/8 do diâmetro do furo.

A subfuração (J) pode ser necessária para evitar a formação de repé. Quando existem planos de descontinuidade que podem ser utilizados como base da bancada, em geral, não será necessário a subfuração. Utiliza-se a subfuração considerando-se o afastamento:

$$J \text{ (subfuração)} = B/3.$$

O comprimento do furo (H) será:

$$H = L + J \text{ em metros.}$$

O comprimento da carga de explosivos (PC):

$$PC = L + J - T \text{ em metros.}$$

Para se calcular a densidade de carga de explosivos (W), em kg/m a ser colocada em cada furo, podem ser utilizadas as tabelas de especificações dos explosivos fornecidas pelos fabricantes, ou utilizar-se a seguinte fórmula:

$$W = SGe \times D^2 / 1273 \text{ (kg/m), onde}$$

SGe = densidade do explosivo;

D = diâmetro do explosivo em mm.

A massa total de explosivos por furo (Wf) é calculada da seguinte forma:

$$Wf = PC \text{ (m)} \times W \text{ (kg/m)} \text{ em kg.}$$

A massa total de explosivos do desmonte (W_t) é calculada multiplicando-se o número de furos (N_f) pelo W_f ($W_t = W_f \times N_f$). O volume de rocha a ser desmontado é calculado conforme formulação apresentada anteriormente. Conhecendo-se a quantidade de explosivos e o volume de rocha, pode-se calcular a razão de carga (R_c):

$$R_c = W_f/V_f \text{ em kg/m}^3 \text{ ou } R_c = W_t/V_t \text{ em kg/m}^3.$$

A razão de carga calculada deve ser comparada com a razão de carga recomendada. Caso não esteja entre o intervalo considerado para promover uma boa fragmentação, devem-se ajustar os elementos do plano de fogo, para atingir essa meta.

A geometria da malha de perfuração pode ser organizada de diferentes formas: quadrada, retangular ou pé-de-galinha. De um modo geral, a configuração em pé-de-galinha permite uma melhor distribuição dos efeitos dos explosivos. O sequenciamento da detonação, também, é fator extremamente importante para o sucesso do desmonte de rocha. O tempo de detonação de cada furo tem implicações na fragmentação do material, no lançamento e forma da pilha de desmontado, na geração de vibrações no terreno e ruídos. Retardos muito pequenos provocam o movimento das últimas fileiras de furos, antes que ocorra o movimento de rocha correspondente ao primeiro afastamento. Isso faz com que ocorra uma menor fragmentação do material e possivelmente crie problemas de fraturamento da rocha, atrás da última linha de furos, criando problemas para a próxima detonação. O intervalo de tempo a ser adotado nos retardos, depende do afastamento efetivo e do espaçamento e deve ser calculado furo a furo e linha por linha.

A Figura 11 ilustra um exemplo de configuração de malha e sequência de detonação. A opção por uma ou outra configuração dependerá das condições de operação da pedreira e da disponibilidade de equipamentos de carregamento. Carregadeiras frontais, por exemplo, demandam pilhas baixas e podem ser mais espalhadas.

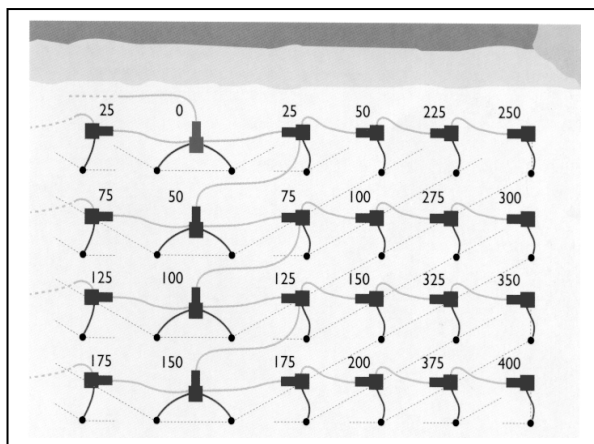


Figura 11 – Configuração de malha regular de furação e sugestão de seqüenciamento de detonação.

Para ilustrar a elaboração de um plano de fogo, apresenta-se um exemplo para uma pedreira em granito com bancadas verticais de 12 m e diâmetro de furo de 100 milímetros. Nesse caso, as condições dominantes são secas, ou seja, sem água nos furos. Com base nisso, o explosivo selecionado pode ser o ANFO com cartuchos de emulsão como iniciadores (*primers*). Assume-se que a densidade geral, para o ANFO e emulsão, seja de $0,85 \text{ g/cm}^3$. A malha de perfuração será feita em pé-de-galinha. Os principais elementos do plano de fogo podem ser dimensionados da seguinte forma:

$$B \text{ (afastamento)} = 25 \times D \text{ (diâmetro do furo)} = 2,5 \text{ m.}$$

$$S \text{ (espaçamento)} = 35 \times D = 3,5 \text{ m.}$$

$$T \text{ (tampão)} = B = 2,5 \text{ m.}$$

$$J \text{ (subfuração)} = B/3 = 0,83 \text{ m, adota-se } 0,8 \text{ m.}$$

$$H \text{ (comprimento do furo)} = L + J = 12,8 \text{ m.}$$

$$PC \text{ (comprimento da carga de explosivo)} = H - T = 10,3 \text{ m.}$$

$$W \text{ (densidade de carga do explosivo)} = SGe \text{ (densidade do explosivo)} \times D^2/1273 \text{ (kg/m)} = 6,67 \text{ kg/m.}$$

$$Wf \text{ (massa total de explosivos por furo)} = PC \times W = 68,7 \text{ kg.}$$

$$Vf \text{ (volume de rocha fragmentado por furo)} = B \times S \times L = 105 \text{ m}^3.$$

$$Rc \text{ (razão de carga)} = Wf/Vf = 0,654 \text{ kg/m}^3.$$

Os elementos do plano de fogo assim definidos servirão para um bom início do desmonte. A otimização do desmonte poderá ser feita à medida que os parâmetros de fragmentação desejados não tenham sido alcançados.

5. CARREGAMENTO E TRANSPORTE

O carregamento e transporte em pedreiras, tradicionalmente, é feito com o sistema carregadeira frontal/caminhão (Figura 12). Outras opções de equipamentos para o carregamento incluem retroscavadeiras. A Figura 13 ilustra esquematicamente esse sistema. O transporte por caminhão vai desde a frente de lavra, até a planta de britagem e depois para o mercado consumidor.

Os crescentes aumentos no preço do petróleo, considerando-se ainda que a tendência de crescimento de preços será mantida para os próximos anos, têm feito com que os operadores de pedreiras procurem melhores práticas e tecnologias para permanecerem competitivos no mercado. O sistema de carregamento e transporte utilizado hoje, na maioria das pedreiras brasileiras, baseado no caminhão, compõe um grande fator de custo nas operações de produção de brita. O sistema de transporte por caminhões é tradicionalmente preferido pelos engenheiros de minas, devido a grande flexibilidade e mobilidade do equipamento.



Figura 12 – Sistema carregadeira frontal/caminhão usualmente empregado em pedreiras com trator dando suporte em operações auxiliares.

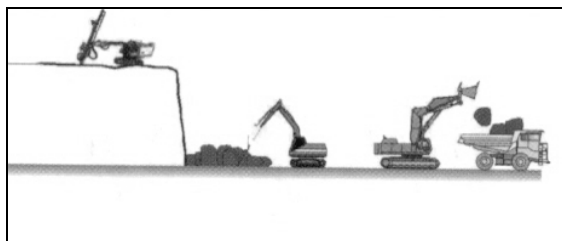


Figura 13 – Sistema de carregamento e transporte usualmente utilizado em pedreiras. Esquematização mostrando sistema escavadeira/caminhão.

Uma das possibilidades para reduzir o uso de caminhões seria a adoção de um sistema contínuo de transporte, as correias transportadoras. Esse sistema pode ser favorecido caso seja instalada uma planta de britagem móvel (Figura 14) a ser empregada nas frentes de lavra. Em 1956, o primeiro sistema de britador móvel foi instalado em uma pedreira de calcário na Alemanha (Sattarvand & Niemann-Delius, 2007). O britador permitiu ao operador da pedreira tirar vantagem de um sistema de correia transportadora, eliminando os custos de transporte por caminhões e de construção e manutenção de estradas. Desde aquela época, o número e a capacidade de plantas de britagem móveis e sistemas de correia transportadora cresceram, tornando-se uma das alternativas mais favoráveis, não apenas para pedreiras, mas, também, para grandes minas a céu aberto. Esse tipo de sistema diminuiu muito o custo com energia, no entanto, representa custos elevados de investimentos, justificando o seu uso apenas para operações que envolvam grandes volumes de minério e intenso transporte. Outra desvantagem é que nos casos de quebra de equipamento, isso implica na parada total do sistema.



Figura 14 – Planta de britagem móvel.

Outras possibilidades de uso de equipamentos, diretamente nas frentes de lavra incluem, a utilização de peneiras móveis (Figura 15) e unidades integradas com britagem e peneiras móveis (Figura 16). Esses sistemas de pequeno porte permitem britagem e/ou seleção de material na frente de lavra. A alimentação dessas plantas móveis pode ser feita com escavadeiras/carregadeiras. A sequência de transporte pode ser combinada com caminhões.



Figura 15 – Peneiras móveis utilizadas diretamente na frente de lavra.



Figura 16 – Unidade móvel compacta incluindo britagem e peneiras.
Escavadeiras fazem o carregamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FERNBERG, H. (2005). Principles of rock blasting. In: Surface Drilling, Atlas Copco, Suécia, p. 6-8.
- KERBER, R., TUDESHKI, H. e REBEHN, T. (2007). Investigation into piercing rectilinear blastholes into hard rock. In: Aggregates International, Julho/Agosto, Alemanha, p. 22-31.
- KONIA, C. J. (1995). Blast Design. Intercontinental Development, Montville, Ohio, USA, 230p.
- SATTARVAND, J. e NIEMANN-DELIUS, C. (2007). The crude oil price fluctuations and its effect on haulage system of large hard-rock open pit mines. In: Aggregates International, Julho/Agosto, Alemanha, p. 44-50.
- SCOTT, A., COCKER, A., DJORDJEVIC, N., HIGGINS, M., LA ROSA, D., SARMA, K. S. e WEDMAIER, R. (1996). Open pit blast design – Analysis and Optimisation. JKMRC Monograph Series in Mining and Mineral Processing, Queensland, Austrália, 338p.
- SEN, G. C. (1995). Blasting Technology for Mining and Civil Engineers. University of New South Wales Press Ltd, Sydney, Austrália, 146p.
- OLOFSSON, S. O. (1989). Applied Explosives Technology for Construction and Mining. Applex, Suécia, 200p.

CAPÍTULO

6

OPERAÇÕES DE BENEFICIAMENTO DE AREIA

Arthur Pinto Chaves

Engenheiro Metalurgista/EPUSP,
Professor Titular de Tratamento de Minérios,
Departamento de Engenharia de Minas e de
Petróleo, Escola Politécnica da USP.

William Whitaker

Engenheiro de Minas/UFOP, M.Sc. em
Tecnologia Mineral/ EPUSP. Mineração Casa de
Pedra, Companhia Siderúrgica Nacional.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Colocação do Tema

Areias são grãos, essencialmente de quartzo, resultantes da desagregação ou decomposição das rochas em que entra a sílica. A separação do quartzo das rochas pelos agentes de erosão se faz por causa de sua maior resistência, tanto ao desgaste de ordem física, quanto à decomposição química. Esses grãos de quartzo, uma vez desintegrados da rocha primitiva, são transportados pelos diversos agentes erosivos externos, indo formar as praias, as dunas e outras infinidades de depósitos de areias (Guerra, 1978).

Entretanto, materiais decompostos e mantidos in situ (manto de alteração de pedreiras), que não sofreram qualquer tipo de transporte também são areia. O transporte, por sua vez, pode ser fluvial e eólico. Este último traz para os grãos elevado grau de arredondamento. Isto é muito bom porque aumenta a trabalhabilidade da argamassa ou concreto, embora piore a aderência dos grãos à pasta.

A norma NBR 7225 - Materiais de pedra e agregados naturais normatiza três produtos diferentes:

- (i) areia grossa, $-2+1,2$ mm,
- (ii) areia média, $-1,2+0,42$ mm e
- (iii) areia fina, $-0,42+0,075$ mm.

Já a norma NBR 7211 - Agregado para concreto considera quatro produtos:

- (i) areia grossa;
- (ii) areia média;
- (iii) areia fina;
- (iv) areia muito fina.

Estas definições são conflitantes e a NBR 7225 considera a areia como um material puramente natural, ao passo que a NBR 7211 inclui as areias provenientes da britagem. Não existe correspondência entre as duas normas - a NBR 7225 considera o tamanho máximo de 2 mm, enquanto que a NBR 7211 admite de 5 a 12% de partículas acima de 4,8 mm.

Uma areia para construção civil deve atender diferentes exigências:

- (i) distribuição granulométrica adequada;
- (ii) forma de grãos;
- (iii) composição mineralógica adequada.

A cor da areia é muitas vezes utilizada como critério de avaliação da sua pureza. Areias misturadas com saibro ou argila têm coloração amarelada ou avermelhada. Cor castanha pode indicar a presença de feldspatos, alterados ou não, embora muitas vezes seja devida à presença de quartzo escuro. Areias com muscovita, biotita, ilmenita ou pirita têm brilho. Cores cinzentas podem indicar a presença de lamas ou lodos.

As argilas ($-2 \mu\text{m}$) e os siltes ($-60+2 \mu\text{m}$) compõem a fração denominada "pulvurulento". Se esta argila preenche os vazios da areia e influi para que o cimento envolva melhor os grãos de areia, ligando-os mais fortemente, ela melhora a plasticidade do cimento e é benéfica. Se, entretanto, ela forma uma película envolvendo os grãos de areia, sua ação é prejudicial, causando fissuras e retrações, mesmo que se encontre em pequena proporção (Petrucci, Paulon, 1955).

Alguns minerais, como as sílicas não cristalinas (opala, calcedônia, ágata), argilas e dolomitas podem reagir com o cimento, resultando em compostos expansivos e por isto são nocivos (Sbrighi, 2000 e Neville, 1997).

Finalmente, a presença de matéria orgânica (partículas de húmus) sempre é prejudicial à pega e endurecimento das argamassas e concretos (Petrucci, Paulon, 1995).

As normas NBR 7211, 7218, 7219, 7220, 7221 e ASTM C 123 tratam dos limites destas impurezas.

2. LAVRA DE AREIA

A lavra de areia é feita segundo três métodos diferentes, função do tipo de depósito que está sendo lavrado:

- (i) a dragagem é feita em leitos de rio e em cavas inundadas;
- (ii) o desmonte hidráulico é feito em cavas secas e em mantos de alteração de maciços rochosos;
- (iii) a lavra por tiras é feita em depósitos homogêneos e de maior extensão horizontal.

A prática comum é preparar uma polpa com a areia lavrada e bombeá-la para uma caixa de decantação. A areia decanta e o excesso de água transborda, arrastando a lama. Evidentemente, esta prática é primitiva e rudimentar e não permite nenhum controle de qualidade da areia produzida.

3. OPERAÇÕES DE BENEFICIAMENTO DE AREIA

À vista do exposto, compreende-se que as operações de beneficiamento empregadas visam desagregar as partículas, individualizando-as, lavá-las, removendo a cobertura de pulvulentos, desagregar as partículas mais frágeis e separar os tamanhos desejados. Passaremos em revista cada uma destas operações.

3.1. Lavagem e Desagregação

Esta operação tem pouca importância nas minas operadas por dragagem, mas é essencial nas cavas secas. Ela tem que ser a primeira operação de qualquer fluxograma. Vários equipamentos são utilizados e passá-los-emos em revista.

O log washer (Figura 1) é um tanque onde giram dois eixos munidos de palhetas que batem a polpa e a agitam intensamente. A areia a ser beneficiada é alimentada no fundo do tanque e transportada para cima pelo movimento das palhetas. As partículas se movimentam entre as palhetas, sofrendo intensa atrição superficial e impactos que desagregam as partículas inconsolidadas ou friáveis e removem as coberturas de argila. A lama gerada transborda como um overflow, enquanto que as partículas sólidas percorrem toda a extensão do aparelho, sendo descarregadas como um underflow.

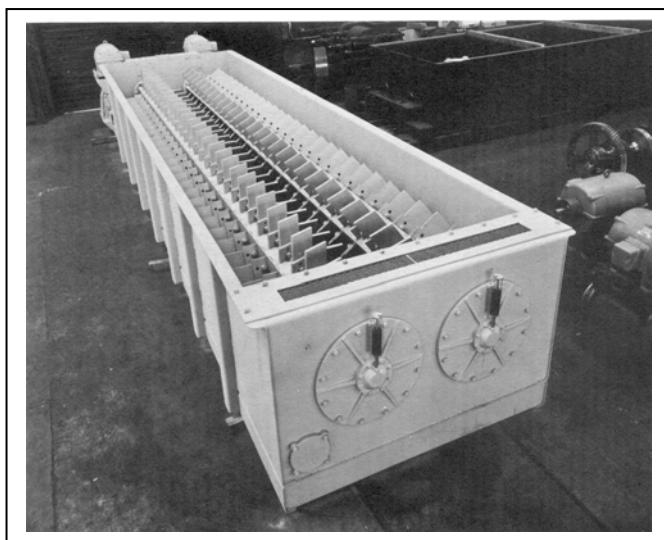


Figura 1 – Log washer.

O scrubber (Figura 2) é um tambor giratório, dotado internamente de aletas que elevam o material e o deixam cair. Ele é alimentado com uma polpa com cerca de 50% de sólidos. A queda do material sobre a polpa que está no fundo do tambor causa intensa atrição das partículas sólidas e desagregação das coberturas de lama. Na descarga do aparelho é colocada uma peneira para separar as partículas grosseiras limpas da lama. Muitos aparelhos têm injeção de jatos d'água sob pressão para ajudar a desagregação. Na peneira, outros jatos d'água completam a lavagem.



Figura 2 – Scrubber.

Os lavadores de rosca, Figura 3, têm a aparência de classificadores espiral mas operam de modo completamente diferente. Eles têm uma ou duas roscas que giram dentro dum tanque. A areia é alimentada em polpa por uma entrada lateral e água é injetada sob pressão pela parte inferior do tanque. O movimento ascendente da água efetua a lavagem dos grãos, que são intensamente atritados pelo movimento da hélice. Argilas, siltes, material orgânico e micas até 0,6 mm são efetivamente removidos e descarregam pelo overflow. Os grãos lavados são arrastados pela hélice e descarregam como underflow. Este produto sai bem desaguado (até 75% de sólidos em peso), o que é outra vantagem deste equipamento.

A regulagem do corte (d_{95}) é feita mediante a variação da vazão da água injetada.

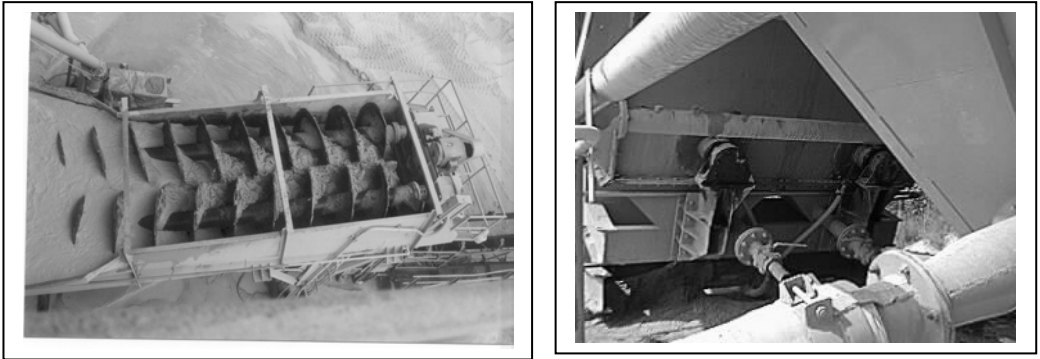


Figura 3 – Lavador de rosca.

3.2. Peneiramento

O peneiramento de areias é uma operação difícil porque as malhas de peneiramento são finas. São utilizadas peneiras de alta frequência, o que limita muito a oferta de equipamentos adequados.

Isto é importante de se ressaltar pois, as peneiras vibratórias inclinadas ou horizontais, de baixa frequência, que reinam absolutas no domínio da britagem industrial, são totalmente inadequadas para esta aplicação.

Aliás, a distinção didática clássica entre peneiras vibratórias inclinadas e horizontais deixou de fazer sentido, dado o enorme desenvolvimento ocorrido nos últimos anos. Com efeito, as peneiras passaram a ser distinguidas pelo movimento vibratório, retilíneo ou circular, e as peneiras de movimento retilíneo deixaram de ser somente horizontais para agora trabalharem com inclinações positivas ou negativas. Finalmente, o movimento retilíneo, por ser mais enérgico que o movimento circular, apresenta a vantagem de desentupir a tela (efeito "auto limpante").

Existe uma relação muito importante entre a frequência e a amplitude do movimento vibratório e a malha de peneiramento. Conforme diminui o tamanho da malha, aumenta a frequência e diminui a amplitude. Para peneiramentos tão finos como os necessários para a produção de areia, a frequência é muito elevada, exigindo equipamentos de projeto especial. A Figura 4 mostra uma peneira vibratória horizontal peneirando e desaguando areia numa draga. O oversize sai tão bem desaguado que pode ser transportado por um transportador de correia.

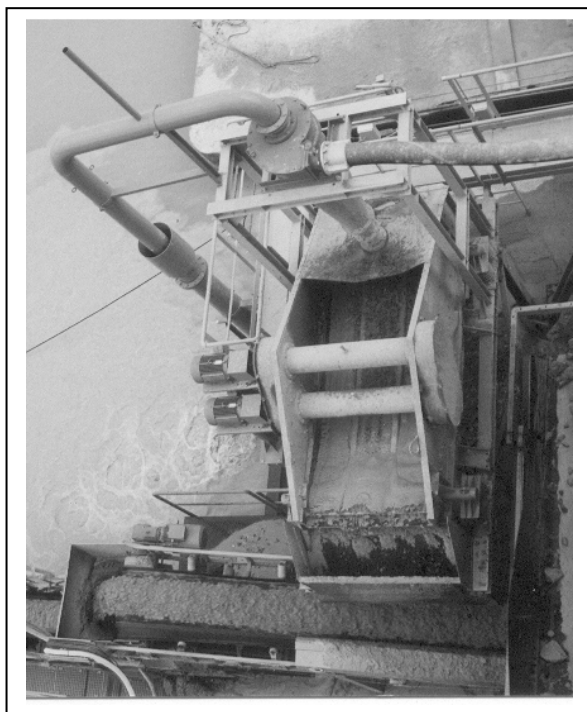


Figura 4 – Peneira vibratória horizontal.

Outro desenvolvimento inovador e muito importante é o da peneira modular ("banana screen"), Figura 5: em vez do deck ter uma inclinação única, ele pode ter duas ou até três inclinações diferentes. A inclinação maior no trecho inicial diminui a altura do leito, acelera a sua estratificação e permite a passagem imediata através da tela das partículas fáceis de serem peneiradas (diâmetro inferior à metade da malha). Ao fim deste módulo, a espessura do leito está significativamente reduzida e o leito passa a ser peneirado com a inclinação recomendada. No trecho final, onde a altura do leito é pequena, pois só restam as partículas maiores que a abertura da tela e aquelas muito difíceis de peneirar, a inclinação do deck é reduzida novamente. O efeito final é o aumento da capacidade em relação à peneira unimodular de mesma área. Já a inclinação menor ou até mesmo negativa no trecho final, onde a espessura do leito está reduzida ao mínimo, aumenta a eficiência do peneiramento pois aumenta o tempo de residência das partículas da faixa crítica (diâmetros entre a abertura da malha e metade deste valor).



Figura 5 – Peneira modular.

Desta forma, a eficiência do peneiramento é aumentada e, como o movimento é retilíneo, a área necessária é reduzida de até 40 % em relação à peneira vibratória inclinada - segundo os fabricantes.

Quando a alimentação do peneiramento tem quantidade elevada de finos, é necessário lavá-la sobre a peneira, ou seja, fazer o peneiramento via úmida. Isto é especialmente conveniente quando se desejar fazer operações de classificação em seguida, pois estas operações são sempre feitas a úmido.

3.3. Classificação e Deslamagem

As lamas, via de regra, são compostas de argilo-minerais. Esta família de minerais são aluminos-silicatos que têm em comum a característica de serem finamente granulados. O Prof. Pérsio ensina que não existe a moagem de argilas, pois elas são naturalmente finas: o que ocorre é a sua desagregação (SOUZA SANTOS, 1975).

A sua presença nas areias é considerada nociva para o concreto, função de sua composição mineral, e elas precisam ser eliminadas. A norma brasileira NBR 7211 só permite quantidades de material menor que 150 μm entre 10 e 15 % dependendo do tipo de areia. Este fato muda quando se passa de areias naturais para areias de pedreira, pois os finos destas são finos de cominuição da rocha que lhes deu origem.

O termo deslamagem tem um significado mais vago que o de classificação e se refere à eliminação das lamas, indesejáveis para as operações subsequentes ou para a qualidade do produto final (CHAVES, 2002). A classificação e a deslamagem são sempre feitas a úmido. Os dois equipamentos mais utilizados para esta operação são os classificadores espiral e os ciclones.

Os classificadores espiral, Figura 6, são equipamentos muito robustos e confiáveis. Eles são constituídos dum tanque dentro do qual gira uma espiral. O movimento da espiral agita a polpa (mistura de areia e água), mantendo-a em suspensão. Variando-se a proporção de sólidos e água, variará a densidade da polpa e a sua viscosidade. As partículas sólidas alimentadas ao classificador encontram esta polpa e, dependendo do seu tamanho, têm peso suficiente para afundar ou não. Se afundam, acumulam-se no fundo do classificador, de onde são arrastadas tanque acima pelo movimento da espiral. Se não conseguem afundar, transbordam do classificador (CHAVES, 2002).

Os classificadores espiral são fabricados em diferentes tamanhos, o que lhes dá uma faixa de capacidades muito ampla (desde cerca de 60 até cerca de 1.720 t/h de lama eliminada pelo overflow). A faixa de separação (d_{95}) vai de cerca de 800 μm a 74 μm (CHAVES, 2004).

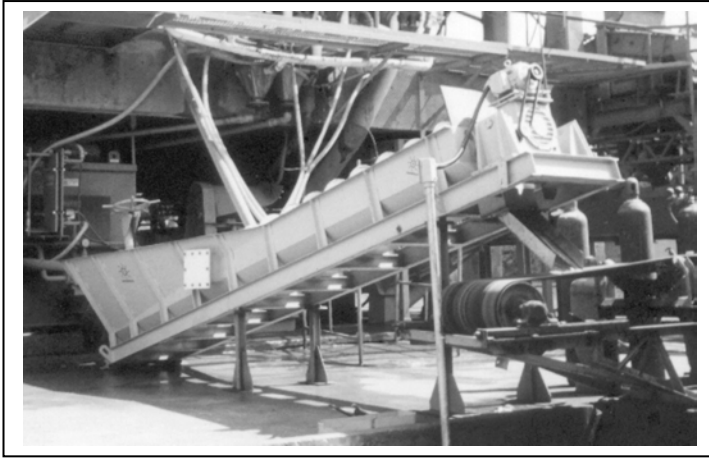


Figura 6 – Classificador espiral.

Os ciclones, Figura 7, não têm peças móveis e transformam a pressão com que a polpa lhes é alimentada em movimento circular pelo fato da abertura de alimentação ser tangencial ao corpo do equipamento. As partículas arrastadas por este movimento circular (mais precisamente, "rotacional") sofrem a ação da força centrífuga e são arrastadas para a periferia do ciclone. As partículas maiores têm massas maiores e expulsam as partículas menores de volta para o centro, ou sequer as deixam afundar. Cria-se uma zona central onde predominam as partículas finas e uma zona externa onde predominam as partículas grossas. O projeto do equipamento faz com que a zona central seja descarregada pelo overflow e a zona externa pelo underflow, ocorrendo assim a classificação desejada.

Os ciclones também são fabricados em diferentes tamanhos, o que também lhes dá uma faixa de capacidades muito ampla, que pode ser multiplicada pelo uso de baterias de ciclones em paralelo. A faixa de separação (d_{95}) vai de desde 3 μm a 150 μm (CHAVES, 2004). Como regra geral, o diâmetro de corte (d_{95}) aumenta com o tamanho do ciclone (diâmetro interno da porção cilíndrica). Ora, o mesmo acontece com a capacidade do equipamento. Desta forma, para a separação desejada na indústria da areia, de 150 μm , são adequados ciclones de 26 a 50" de diâmetro interno, equipamentos cuja capacidade é enorme. Poucas instalações (portos de areia) têm pois o porte necessário para poder utilizá-los adequadamente.

A eficiência de classificação dos classificadores espiral (85 a 90 %) é muito maior que a dos ciclones (60 a 70 %).

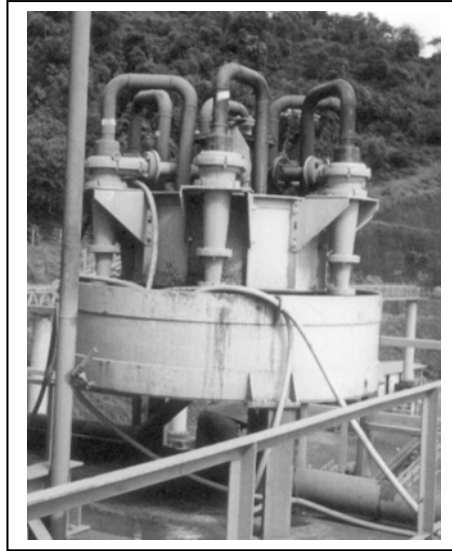


Figura 7 – Ciclones.

Outros equipamentos são oferecidos ao mercado, como os classificadores de roda de caçamba (Figura 8).



Figura 8 – Classificadores de roda de caçamba.

Acompanhando a apresentação feita por WHITAKER, 2002, incluímos nesta operação alguns equipamentos ainda pouco conhecidos no Brasil.

Os classificadores horizontais, Figura 9 (IHC. PROMIN, 1997), são tanques horizontais, longos, com diversas saídas inferiores ao longo de seu comprimento. A alimentação (polpa) entra horizontalmente por uma das pontas e percorre toda a extensão do equipamento. As partículas vão sedimentando conforme afundam, função da posição em que entraram no equipamento e de seu tamanho, e acabam se distribuindo pelas diferentes câmaras em função do seu tamanho - as maiores próximas à entrada e as menores cada vez mais longe. A lama e o excesso de água transbordam pelas laterais e na extremidade oposta.



Figura 9 – Classificador horizontal.

A diferença fundamental entre estes equipamentos e os classificadores horizontais primitivos, "spitzkasten", mostrados em todos os livros texto, especialmente os mais antigos, é principalmente a injeção de um fluxo ascendente de água nas primeiras calhas (existem outras diferenças como o controle automático da descarga do underflow de cada caixa, função ou da altura depositada ou da sua densidade de polpa). Este fluxo elutria as partículas mais finas, melhorando a qualidade de classificação da areia.

Esta corrente de água de elutriação permite que o equipamento opere com bastante constância, sendo pouco afetado por variações de qualidade (distribuição granulométrica) do material alimentado ou de vazão.

O underflow das caixas é descarregado sobre calhas (geralmente 3). A operação das válvulas permite distribuir os produtos de cada caixa entre as três calhas, permitindo compor distribuições granulométricas diferentes. A possibilidade de produzir diferente número de produtos é enorme e o sistema pode ser totalmente automatizado e programado a partir de um computador de processo.

Ou seja, este equipamento não apenas elimina a lama como os ciclones ou lavadores de rosca, ou separa frações granulométricas como os demais classificadores, mas prepara frações granulométricas e as compõe. E esta composição pode ser feita de acordo com a vontade do operador ou com uma especificação da concreteira.

Existe uma variedade de equipamentos operando segundo este princípio. A introdução do fluxo d'água ascendente e a conseqüente elutriação dos finos levou Whitaker a distinguir duas gerações de equipamentos quando compara estes classificadores com os "spitzkasten", com os cones classificadores ou com os tanques estáticos presentes em nossos portos de areia.

Os tanques podem ser horizontais como o mostrado na Figura 9 ou verticais, como mostrado nas Figuras 10 e 11. Os classificadores horizontais podem fazer diferentes cortes granulométricos e com isto gerar diferentes produtos. Os verticais fazem apenas um corte granulométrico, só gerando dois produtos. No equipamento mostrado na Figura 10 ("whirlsizer"), a entrada de polpa é tangencial, o que homogeneiza a sua distribuição dentro do tanque.

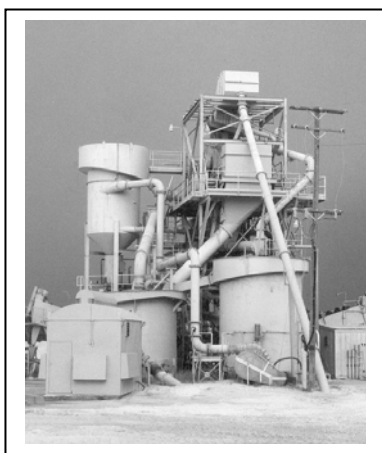


Figura 10 – Classificador vertical, "Whirlsizer".

A faixa de corte (d_{05}) destes equipamentos vai de 600 a 150 μm . O grande inconveniente é o elevado consumo d'água.

Uma terceira geração seria composta, segundo Whitaker, por equipamentos de tanque vertical, onde a injeção da corrente ascendente de água não tem mais a função de elutriar as lamas, mas sim a de criar um leito fluidizado de areia. Isto é feito mediante o proporcionamento correto da água e sólidos alimentados. A densidade de polpa resultante efetua o corte desejado e torna a classificação extremamente precisa.

O leito é monitorado por um sistema de controle da densidade de polpa do leito. Este controle aciona a válvula de descarga do underflow para manter esta densidade constante.

A Figura 11 mostra um equipamento desta família (LINATEX, 1995).



Figura 11 – Classificador vertical por leito fluidizado, "Hydrosizer".

4. PRODUÇÃO DE AREIAS "TAYLOR MADE"

Em franca utilização na Europa e na América do Norte, as areias especiais ("taylor made") têm a sua distribuição granulométrica definida pela concreteira. Elas servem para fazer colunas ou lajes mais esbeltas, fruto duma resistência elevada do concreto, ou para economizar cimento portland diminuindo o traço do concreto, fruto da melhor ocupação dos espaços vazios entre as partículas de agregado.

As diferentes finalidades para o uso do concreto exigirão distribuições granulométricas diferentes. Nenhuma areia natural atende estas especificações. Desta forma, é necessário separar a areia natural em diferentes frações granulométricas e depois recombiná-las em novas proporções de modo a obter a distribuição especificada pelo engenheiro civil. O mesmo vale para a areia de brita.

As separações em 4,8, 2,4 e 1,2 mm são feitas por peneiramento em peneira de alta frequência. As separações em 150 μm são feitas em ciclones, quando compatíveis com o porte da instalação ou então em classificadores espiral. Já as demais separações têm que ser feitas em classificadores horizontais ou verticais de terceira geração.

A Figura 12 mostra uma instalação destas. O projeto deve prever a flexibilidade necessária para produzir os diferentes produtos conforme a demanda. O controle operacional é totalmente feito por computadores de processo, que conhecem a distribuição granulométrica da matéria-prima e a distribuição desejada para o produto e são programados para escolher os cortes adequados, separar as frações granulométricas e depois recombiná-las.

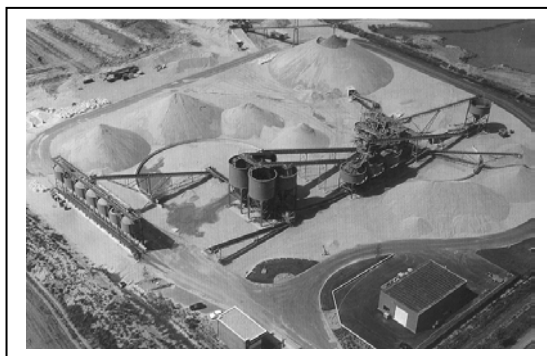


Figura 12 – Instalação para a produção de areia "taylor made".

Os classificadores horizontais, mercê da possibilidade de combinar e proporcionar os produtos das diferentes caixas são também muito adequados para este mister.

5. DIMENSIONAMENTO DE INSTALAÇÕES

Passaremos em revista os critérios de dimensionamento dos principais equipamentos examinados acima. Não nos deteremos nos princípios teóricos destes dimensionamentos, recomendando aos interessados os livros de Da Luz (ed., 2007) e Chaves (2006 e 2006b).

5.1. Peneiras

As peneiras têm que atender duas condições independentes: precisam ter área suficiente para deixar passar os finos menores que a abertura da tela e precisam ter altura do leito no ponto de descarga do oversize menor que um máximo admissível.

Existem várias fórmulas e parâmetros para calcular a área de peneiramento. Apresentamos a fórmula da VSMA (Vibrating Screens Manufacture Association). Apud IIZUKA, 2006.

$$S = \frac{U}{A \times B \times C \times D \times E \times F \times G \times H \times J} (\text{ft}^2),$$

Onde:

U = t/h de material menor que a abertura da tela (a) na alimentação;

A = capacidade unitária, (st/h)/ft², medido para alimentações com 25 % >a e 40 % <a/2 e materiais de densidade aparente 100 lb/ft³;

B = fator relativo à % >a;

C = fator relativo à % <a/2;

D = fator relativo ao deck de peneiramento;

E = fator relativo ao peneiramento via úmida;

F = correção da densidade aparente do material;

G = fator relativo à área útil da tela;

H = fator relativo ao formato da abertura da tela;

J = fator relativo à eficiência desejada para o peneiramento.

Abertura		% área		Abertura		% área	
mm	Pol/#	aberta	A	mm	Pol/#	aberta	A
101,6	4	75	7,69	19,05	3/4	61	3,08
89,9	3 1/2	77	7,03	15,875	5/8	59	2,82
76,2	3	74	6,17	12,7	1/2	54	2,47
69,85	2 3/4	74	5,85	9,525	3/8	51	2,08
63,5	2 1/2	72	5,52	9,35	1/4	46	1,60
50,8	2	71	4,90	4,7625	4#	45	1,27
44,45	1 3/4	68	4,51	3,175	1/8	40	0,95
38,1	1 1/2	69	4,20	2,3812	8#	45	0,76
31,75	1 1/4	66	3,89	1,5875	1/16	37	0,58
25,4	1	64	3,56	0,7938	1/32	41	0,39
22,25	7/8	63	3,38	-	-	-	-

%>a	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75
B	1,21	1,13	1,08	1,02	1,00	0,96	0,92	0,88	0,84	0,79	0,75	0,70	0,66	0,62	0,58

%>a	80	85	90	95
B	0,53	0,50	0,46	0,33

%<a/2	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
C	0,40	0,45	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,55	1,70

%<a/2	75	80	85	90
C	1,85	2,00	2,20	2,40

Deck	Primeiro	Segundo	Terceiro
D	1	0,9	0,8

# (mm)	0,7938	1,5875	3,175	4,7525	6,35	9,525	12,7	19,05	25,4
E	1	1,25	2	2,5	2,	1,75	1,4	1,3	1,25

$G = \% \text{ aberta na área utilizada} / \% \text{ aberta na área definida na tabela do fator!}$

Formato da Malha	Quadrada	Retangular 3 x 4	Alongada
H	1	1,15	1,2

Eficiência	95	90	85	80	75	70
J	1	1,15	1,35	1,5	1,7	1,9

Já, a altura do leito de oversize no ponto de descarga tem que ser menor que

Densidade Aparente (t/m³)	Altura Máxima do Leito
1,6	4 x a abertura da tela
1,6 a 0,8	3 x a abertura da tela
< 0,8	2,5 x a abertura da tela

Esta altura é calculada pela fórmula:

$$\text{Altura do leito (mm)} = \frac{100 \times m^3/h \text{ de oversize}}{6 \times \text{velocidade do oversize} \times (\text{largura da tela} - 0,15)}$$

Onde a velocidade com que o oversize se move sobre a tela é expressa em m/min e é uma informação fornecida pelo fabricante da peneira, e, a largura da tela é expressa em m.

5.2. Ciclones

O diâmetro de corte do ciclone é o d_{95} , isto é, a abertura ideal pela qual passa 95% do overflow. Tarr, 1985, verificou que este diâmetro de corte é afetado pelo diâmetro do ciclone, pela densidade do sólido, pela porcentagem de sólidos (em volume) da polpa alimentada ao ciclone e pela pressão de alimentação conforme as Figuras 13 a 16.

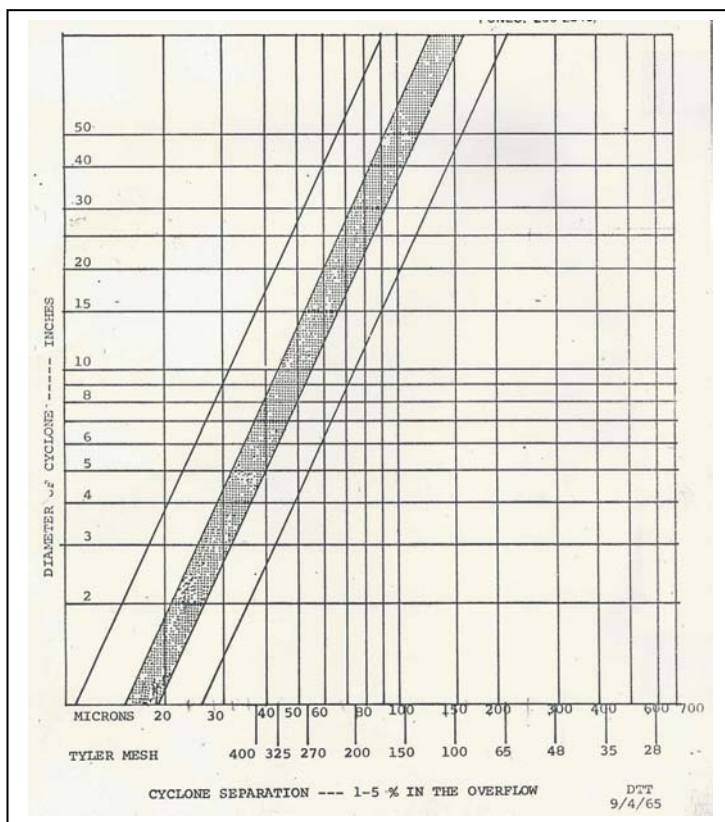


Figura 13 – Gráfico de ciclone.

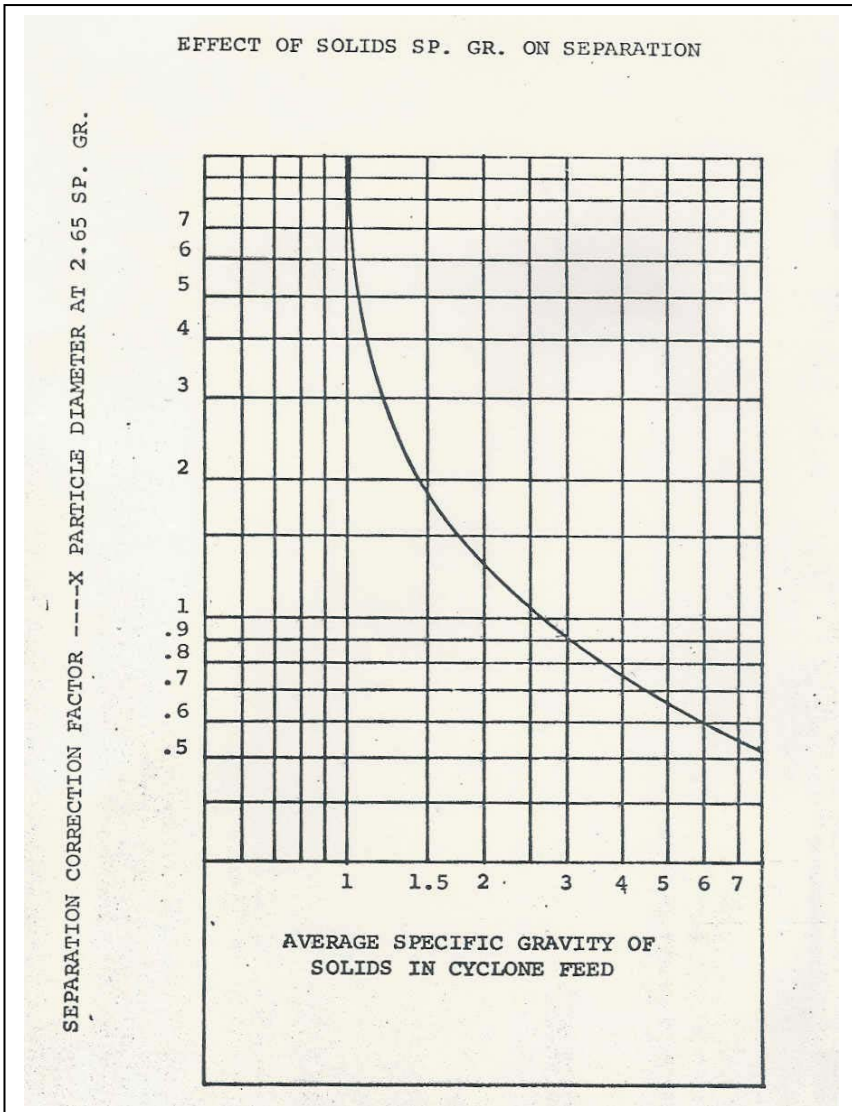


Figura 14 – Gráfico de ciclone.

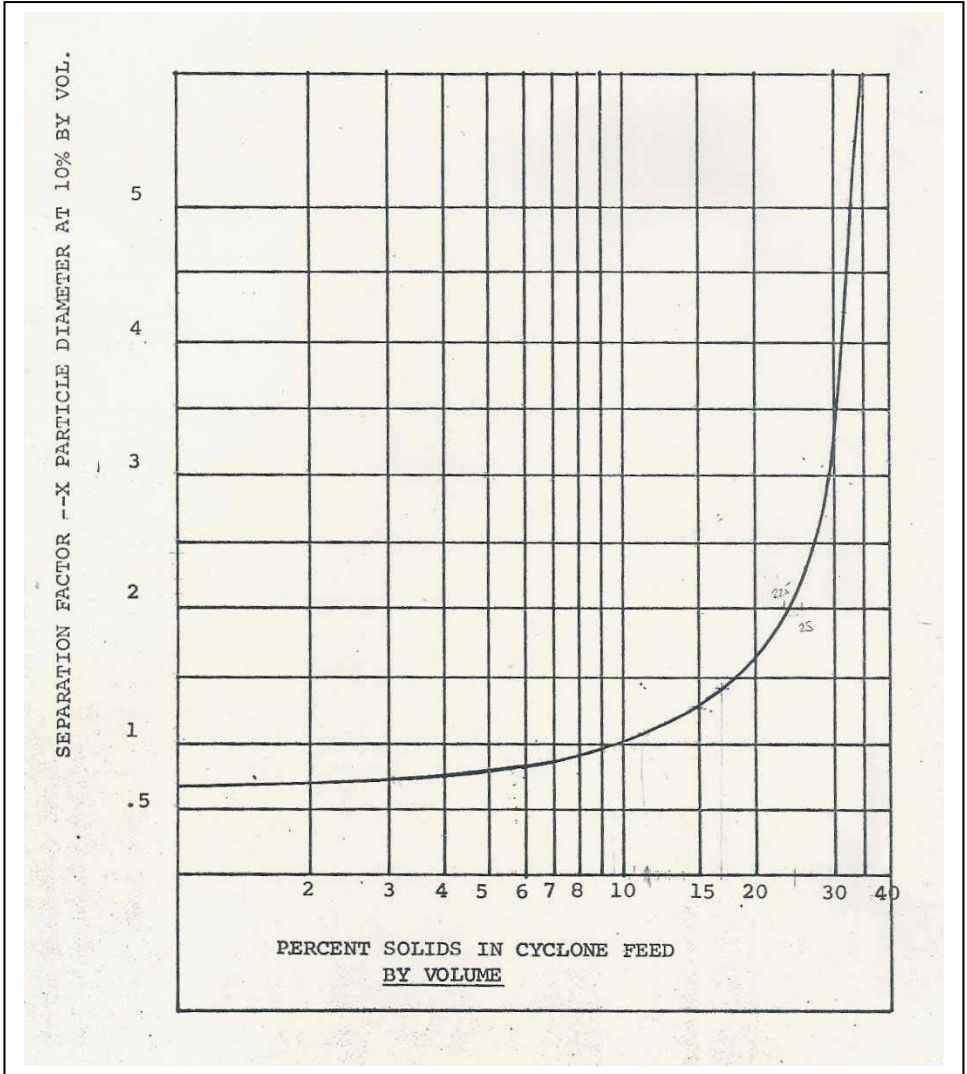


Figura 15 – Gráfico de ciclone.

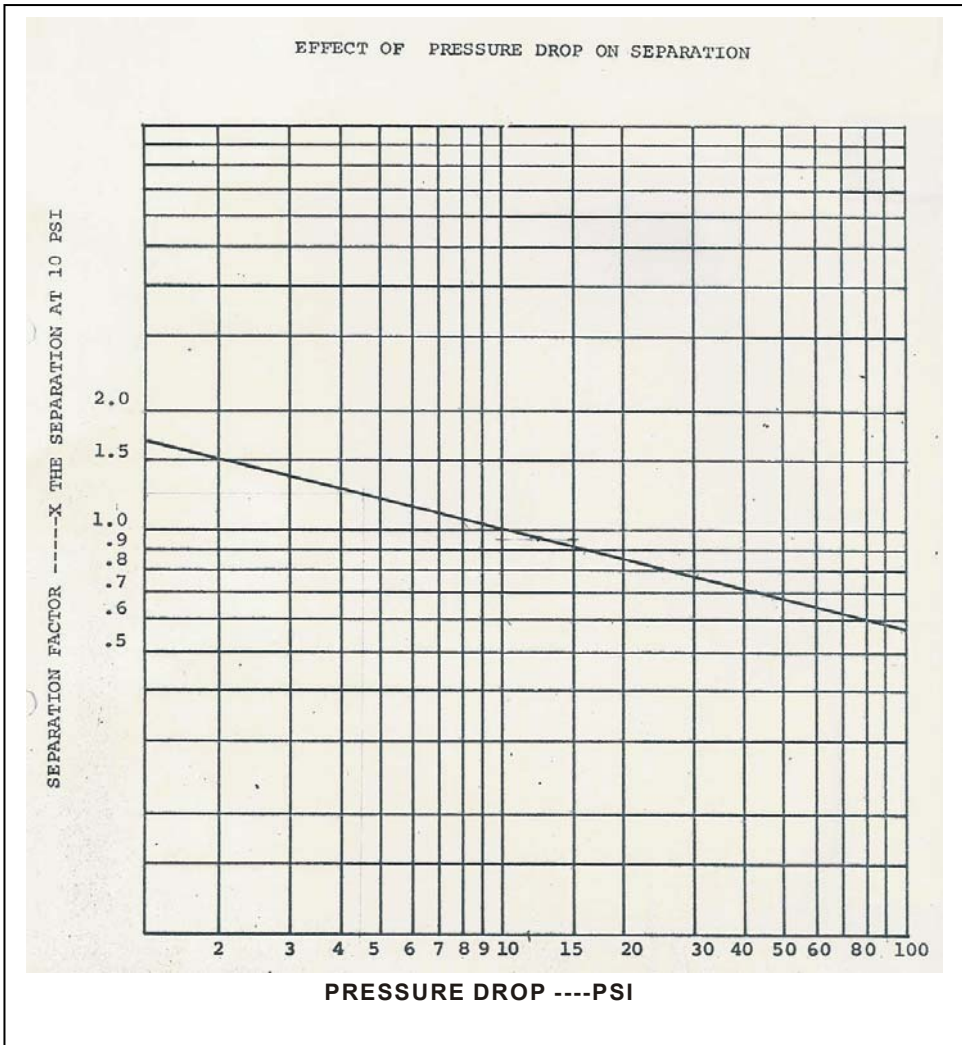


Figura 16 – Gráfico de ciclone.

Já a capacidade do ciclone é afetada pelo diâmetro do ciclone, pela pressão com que a polpa é alimentada a ele e pela porcentagem de sólidos da polpa alimentada, conforme as Figuras 17 a 19.

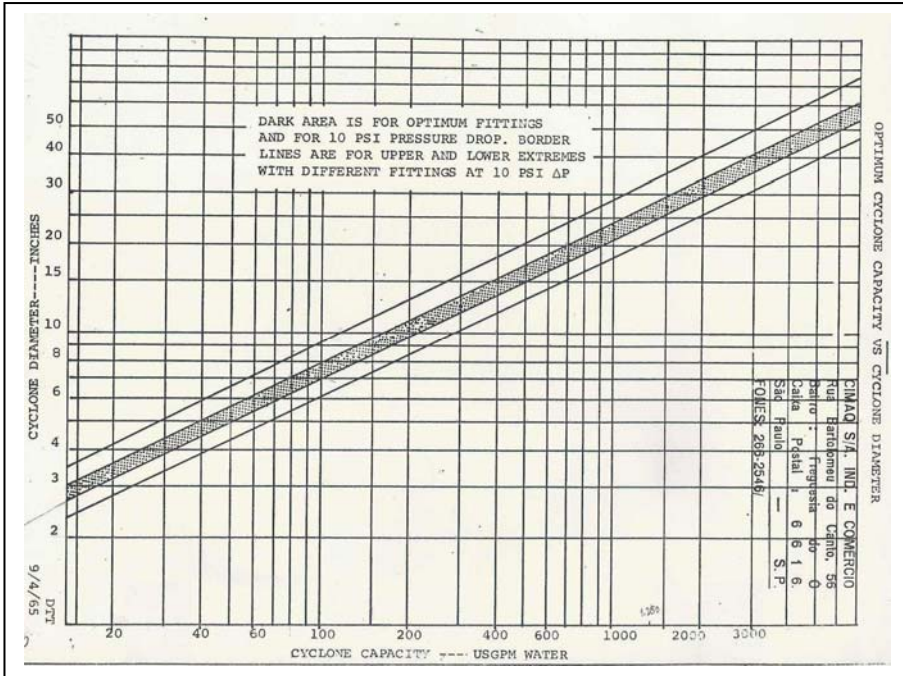


Figura 17 – Gráfico de ciclone.

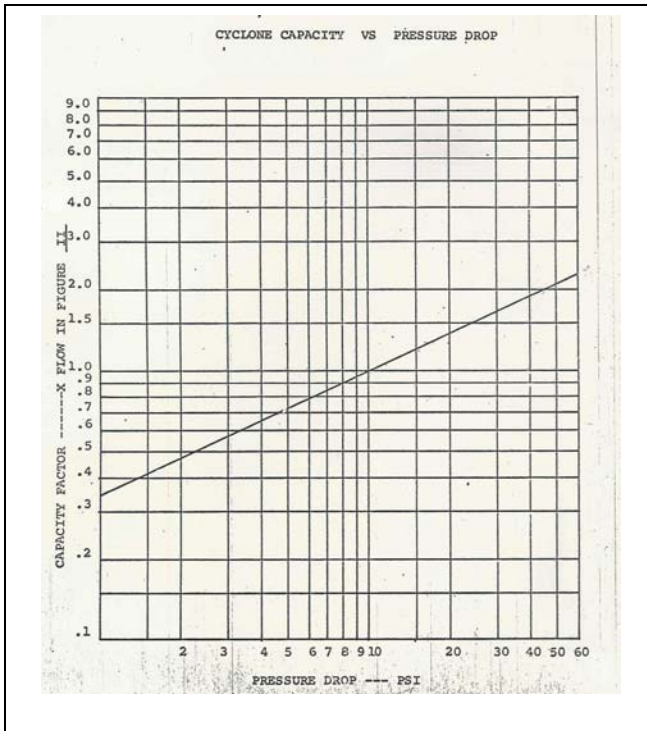


Figura 18 – Gráfico de ciclone.

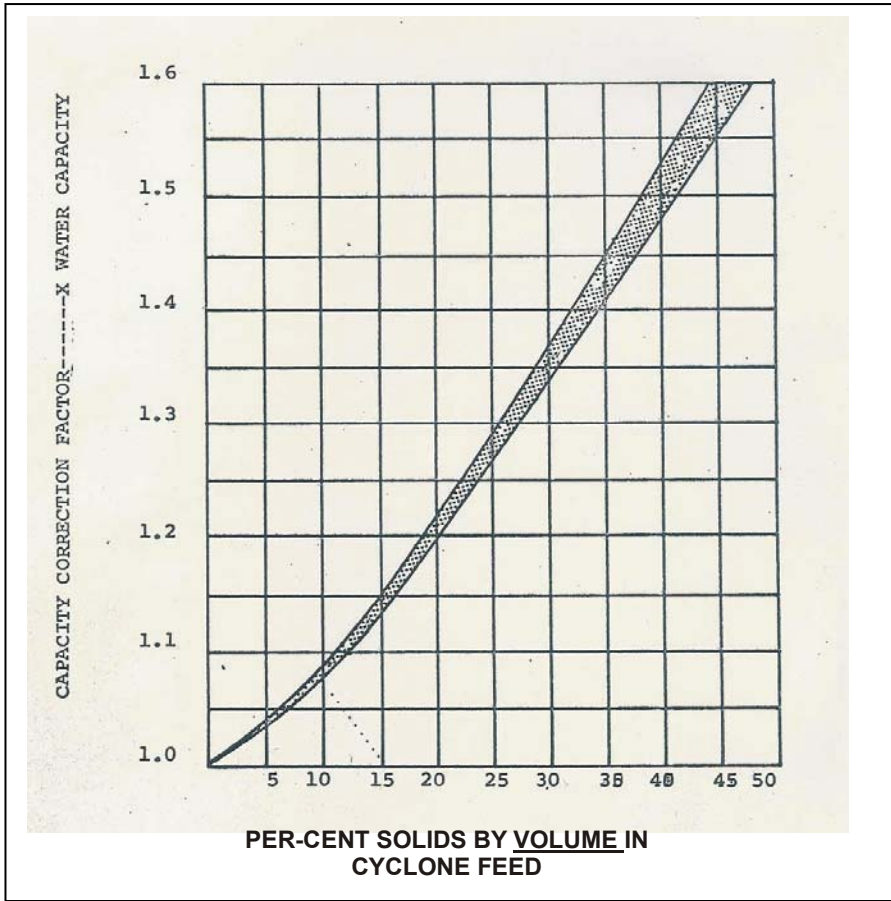


Figura 19 – Gráfico de ciclone.

O dimensionamento do ciclone deve combinar a capacidade necessária com o diâmetro de corte desejado. Como o diâmetro do ciclone afeta tanto a capacidade como o diâmetro de corte, são usadas baterias com vários ciclones em paralelo, como mostrado na Figura 7.

5.3. Classificador Espiral

O classificador espiral também precisa atender duas condições independentes: a capacidade de transbordar todo o overflow e a capacidade de arrastar calha acima o underflow.

O diâmetro de corte (d_{95}) é função da porcentagem de sólidos do overflow, conforme a Tabela 1, que mostra também a capacidade de transbordo para cada condição.

Tabela 1 – Capacidade de transbordo de overflow, diâmetro de corte e % de sólidos conforme a Tabela 1, que mostra também a capacidade de transbordo para cada condição.

D_{95}		Capacidade de transbordo (t/h)/ft ²	% sólidos no OF
# Tyler	μm		
20	833	1,632	45
28	589	1,432	40
35	417	1,308	35
48	295	1,116	32
65	208	0,948	30
100	147	0,700	20
150	105	0,460	18
200	74	0,300	15

Os classificadores são construídos com diferentes configurações de tanque, para aumentar a capacidade de transbordo de overflow, como mostra a Figura 20, com uma, duas ou três espirais no mesmo eixo, como mostra a Figura 21, para duplicar ou triplicar a capacidade de arraste do underflow e com diferentes imersões da rosca, para acertar o diâmetro de corte do classificador, como mostra a Figura 22.

Existe ainda uma construção, “duplex”, em que dois eixos são instalados num mesmo tanque, maior, dobrando a capacidade do equipamento.

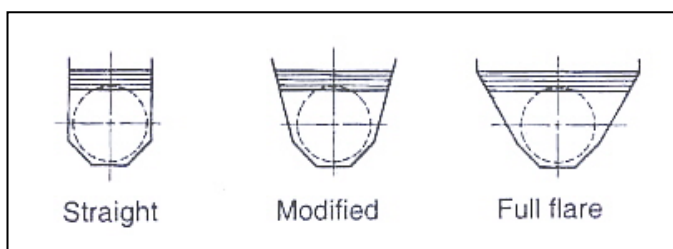


Figura 20 – Configurações do tanque.

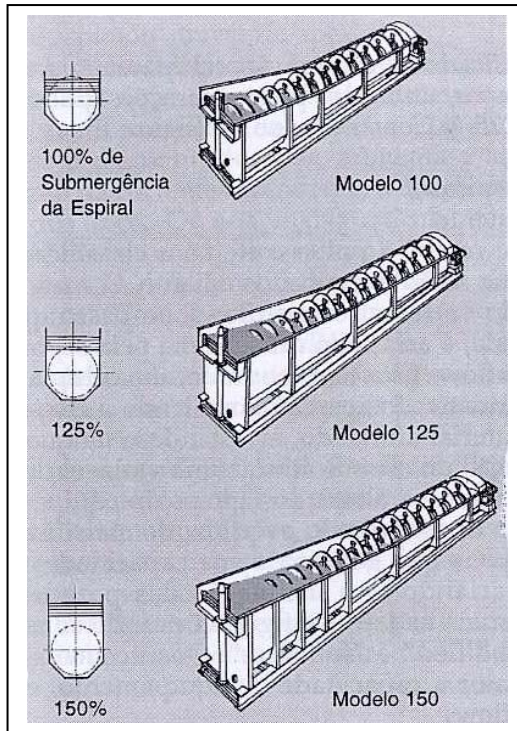


Figura 21 – Imersão da rosca.

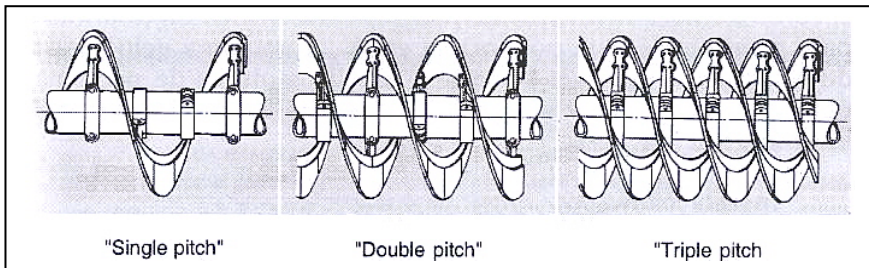


Figura 22 – Roscas simples, dupla e tripla.

O dimensionamento consiste então em calcular a área de transbordo necessária, o que é feito multiplicando a vazão de sólidos do overflow pela capacidade unitária fornecida pela Tabela 1. A Tabela 1 foi construída para mineral com densidade 2,65, de modo que os valores precisam ser corrigidos pelo fator multiplicativo apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Correção da capacidade pela densidade do minério.

Densidade	Fator Multiplicativo
2,0	0,75
2,5	0,90
2,65	1,00
3,0	1,10
3,5	1,25
4,0	1,47
4,5	1,60

A área encontrada é a área necessária para o transbordo da quantidade de overflow. Ela será atendida por um dos classificadores oferecidos na Tabela 3. Note que a área de transbordo varia em função do diâmetro da espiral (em polegadas), da imersão da rosca (100, 125 ou 150% de imersão) e da configuração do tanque (reto ou "straight" = ST, médio = MF ou largo = FF).

Escolhido o classificador, é necessário verificar se ele tem a capacidade de arraste de underflow necessária. Esta capacidade é proporcional ao diâmetro da rosca e à velocidade de rotação, conforme mostra a Tabela 4. Lembre-se que esta capacidade é duplicada ou triplicada se usarem duas ou três espirais no mesmo eixo. A rotação máxima aceitável é imposta pela velocidade periférica da espiral: acima dos valores indicados na Tabela 4 o desgaste da espiral torna-se excessivo.

Tabela 3 – Capacidade de arraste de underflow (1 espiral).

Diâmetro da Espiral (")	Capacidade (t/h)rpm	Rotação Máxima rpm
24	1,0	16
30	1,7	13
36	3,5	11
42	4,8	9
48	8,7	8
54	10,5	7
60	17,3	6,5
66	20,3	6
72	27,8	5,3
78	31,5	5
84	37,5	4,5

Tabela 4 – Área de transbordo de classificadores espiral.

Tamanho (")	Tanque	Imersão		
		100 %	125 %	150 %
Corte Recomendado		20-65#	35-150#	65-325#
Inclinação Recomendada		3 3/4" /ft	3 1/2" /ft	3 1/4" /ft
24	ST	14,1	19,3	25,0
	MF	15,7	22,4	30,0
	FF	17,4	25,9	35,9
30	ST	21,4	29,1	38,0
	MF	23,9	34,5	45,4
	FF	26,8	40,0	55,4
36	ST	30,4	41,6	54,4
	MF	34,0	48,8	66,2
	FF	38,1	57,1	79,7
42	ST	41,6	56,5	73,7
	MF	46,6	66,4	89,8
	FF	52,3	78,0	108,4
48	ST	53,5	72,9	95,0
	MF	60,1	86,0	116,2
	FF	67,6	101,2	140,8
54	ST	67,0	91,2	119,7
	MF	75,4	107,9	146,7
	FF	85,1	126,9	177,9
60	ST	83,4	113,3	147,7
	MF	93,6	133,8	180,8
	FF	105,6	157,8	218,8
66	ST	100,3	136,5	177,7
	MF	112,9	161,5	218,4
	FF	127,4	190,4	265,6
72	ST	118,4	161,5	209,8
	MF	133,4	191,4	257,9
	FF	151,0	225,2	313,2
78	ST	138,5	188,4	245,2
	MF	156,3	224,3	302,2
	FF	176,9	264,6	367,8
84	ST	160,2	217,6	283,4
	MF	181,4	259,0	350,1
	FF	205,5	306,7	426,6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CHAVES, A. P. Teoria e prática do Tratamento de Minérios. São Paulo, Signus, 2006, vol. 1 (terceira edição).
- CHAVES, A. P. Teoria e prática do Tratamento de Minérios. São Paulo, Signus, 2006, vol. 3 (terceira edição).
- CHAVES, A. P. Teoria e prática do Tratamento de Minérios. São Paulo, Signus, 2004, vol. 2 (segunda edição).
- GUERRA, A. T. Dicionário geológico-geomorfológico. Rio de Janeiro, IBGE, 1978 (5a. edição).
- IHC. PROMIN B.V. Variflow horizontal classifiers. Rosmalen, 1997, 4 p.
- IIZUKA, E. K. Análise de tensões em peneiras vibratórias através da modelagem numérica utilizando o método dos elementos finitos e experimentalmente por extensimetria. Campinas, Unicamp, FEM – Departamento de Projeto Mecânico, dissertação de mestrado, 2006.
- LINATEX INC. Hydrosizer, Phoenix, 1995.
- NEVILLE, A. M. Propriedades do concreto. São Paulo, Editora Pini, 1997.
- PETRUCCI, E. G. R.; PAULON, V. A. Concreto de cimento portland. São Paulo, Editora Globo, 1995 (13a. edição).
- SBRIGGHI Neto, C. A importância dos conceitos tecnológicos na seleção dos agregados para argamassa e concretos. Areia e brita, São Paulo, nº 12, p. 26-8, 2000.
- SOUZA SANTOS, P. Tecnologia de argilas, São Paulo, Ed. Blucher, 1975.
- TARR Jr., D. T. Hydrocyclones in WEISS, N. L. (ed) SME mineral processing handbook, New York, AIME, 1985, part 2, p. 3d-10 a 3d-45.
- WHITAKER, W. Técnicas de preparação de areia para uso na construção civil. São Paulo, Epusp/PMI, Dissertação de mestrado, 2001.
- WHITAKER, W.; BRAGA, J. M. S.; CHAVES, A. P. Prospeccion de un tramo de rio para el planeo de la mineracion de arenas. Jornadas Argentinas de Tratamiento de Minerales, 6. Anales, Salta, 2002.

CAPÍTULO

7

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO ECONÔMICA

Gilberto Dias Calaes
Economista Mineral, Diretor de ConDet Ltda.

Bernardo Piquet Carneiro Netto
Engenheiro de Minas, Pós-Graduação em
Engenharia Econômica, Especialista em Agregados.

Gilson Ezequiel Ferreira
Economista/UFJF, D.Sc. em
Engenharia Mineral/EPUSP.
Tecnologista Sênior do CETEM/MCT.

1. INTRODUÇÃO

O presente capítulo apresenta o roteiro de avaliação econômica de empreendimentos de agregados para construção civil e evidencia a importância de sua aplicação no processo de planejamento e estruturação de sistemas de produção competitivos e sustentáveis. Aborda, inicialmente, as relações entre *planejamento*, desenvolvimento e competitividade. Focaliza, a seguir, os fundamentos do processo de avaliação econômica, situando-o no contexto do planejamento e gestão de negócios. Em sequência, aborda o modelo de avaliação, assim como os critérios de simulação e análise econômico-financeira e de estimativa de parâmetros correspondentes de projetos, empreendimentos e negócios de agregados para construção civil. Ao final, aborda a metodologia de análise dos fatores que condicionam o desenvolvimento sustentável e a competitividade.

O conteúdo do capítulo tem por principais fontes de referência, o *Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro – RMRJ* (2002), a tese de doutorado - *O Planejamento Estratégico do Desenvolvimento Mineral Sustentável e Competitivo – Dois Casos de Não Metálicos no Rio de Janeiro* (2005), bem como o texto *Gestão do Negócio* (2007).

2. PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO E COMPETITIVIDADE

No contexto de globalização, novas trajetórias tecnológicas, ciclos de inovação cada vez mais acelerados, competitividade intensificada e crescentes desafios ambientais - os conceitos e técnicas de planejamento e gestão de negócios vêm sendo cada vez mais empregados na formulação e implementação de políticas públicas e de programas, projetos e negócios empresariais, promovendo o *fortalecimento de posição competitiva*, de empresas, setores e regiões produtoras, assim como o *desenvolvimento regional sustentável*.

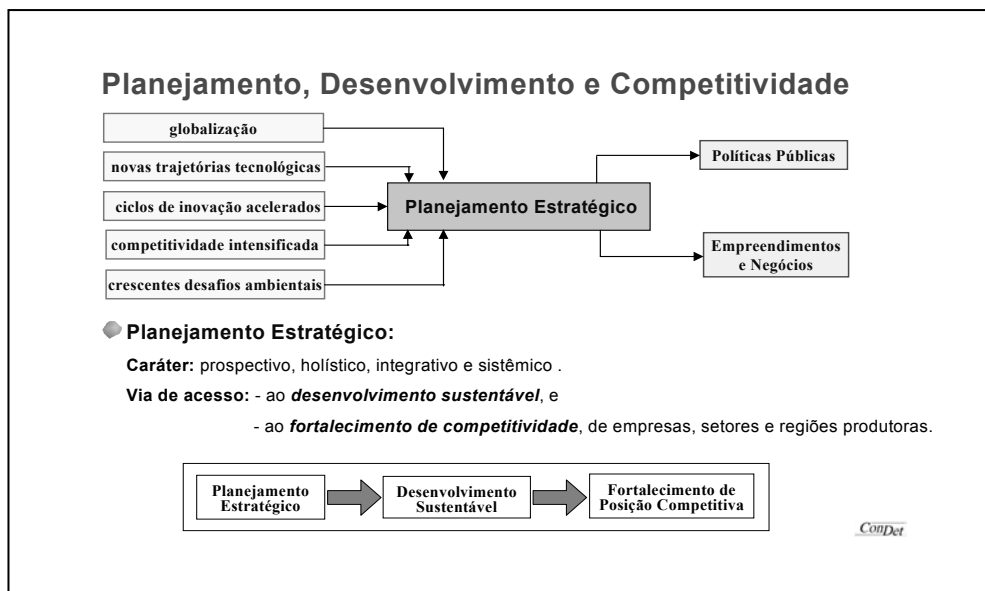


Figura 1 – Planejamento, desenvolvimento e competitividade.

Os processos de planejamento e de tomada de decisão devem ser apoiados em análises sistematizadas de fatores *estruturais* (técnico-operacionais, gerenciais e econômicos) e *sistêmicos* (legais, institucionais, ambientais, infra-estruturais, fiscais e financeiros) que evidenciem as ações requeridas para assegurar a *competitividade* e a *sustentabilidade*, seja de sistemas produtivos regionais/setoriais, seja de empreendimentos isolados.

Para assegurar a boa fundamentação do planejamento e gestão de programas, projetos e empreendimentos minero-industriais é necessário que o setor mineral seja entendido como um processo de suprimento, através do qual recursos geológicos são convertidos em produtos comercializáveis em mercado, cabendo ressaltar que o papel do setor mineral consiste em descobrir, delinear e desenvolver depósitos minerais econômicos; a seguir, lavrando-os, processando e comercializando seus produtos. Dado que jazida ou depósito mineral econômico é o ponto de partida do processo de suprimento mineral, evidencia-se que o conhecimento de recursos e reservas é a base da *competitividade* e da *sustentabilidade*, constituindo fator essencial para o planejamento e gestão de empreendimentos minero-industriais, inclusive os de agregados para a construção civil.

Portanto, em qualquer segmento da complexa estrutura da indústria mineral, inclusive na área de agregados para construção civil, não há como implementar esforços de planejamento sem que se tenha em vista o denominado processo de suprimento mineral, o qual se inicia com a descoberta de *recursos*, a seguir procedendo à sua avaliação técnico-econômica, objetivando a determinação de *reservas*, ou seja de depósitos técnica e econômicamente aproveitáveis.

Deflagra-se, então, o fluxo de atividades mineiras, compreendendo o desenvolvimento (preparação da jazida para a lavra), a lavra (desmonte, exploração e transporte interno), o beneficiamento (cominuição, classificação, concentração e aglomeração) e o transporte. Em última instância, o processo de suprimento mineral converte recursos e reservas em bens de mercado, destinados à geração de bem estar social.



Figura 2 – O processo de suprimento mineral.

Concluindo, a visão consagrada do processo de suprimento mineral deve sempre presidir as iniciativas de planejamento comprometidas com a *competitividade* e com a *sustentabilidade*.

3. AVALIAÇÃO ECONÔMICA NO PLANEJAMENTO E GESTÃO DE NEGÓCIOS

Conforme assinalado, assim como em outros setores de atividade econômica, também no de agregados para a construção civil a boa compreensão e aplicação de conceitos, métodos e processos de planejamento e gestão são essenciais para assegurar o êxito de correspondentes projetos, empreendimentos e negócios.

No contexto do planejamento e gestão de negócios, sobressaem os aspectos de caráter econômico e nestes os indicadores de decisão e de gestão, cuja determinação requer o suporte de metodologias apropriadas, com níveis de detalhamento e complexidade estabelecidos em função do porte e diversificação do empreendimento.

Todo e qualquer projeto, empreendimento e negócio de agregados devem dispor de um Plano de Negócio em que sejam estabelecidos, qualificados e quantificados os objetivos, os meios para atingi-los, os resultados a serem alcançados, bem como a forma de avaliá-los mediante a verificação de correspondentes benefícios e custos.

A avaliação econômica é prática rotineira que deve preceder a tomada de decisões que envolvam riscos e incertezas. Dentre decisões que podem ser fundamentadas em resultados de simulações econômicas de respectivos projetos e empreendimentos – cabe assinalar os seguintes casos mais usuais, relativos ao setor de agregados para construção:

- (i) iniciar, prosseguir ou descontinuar um programa de pesquisa mineral;
- (ii) adquirir um direito mineral de areia ou de rocha dura para produção de agregados;
- (iii) desenvolver (implantar) um empreendimento de produção de agregados (areia e/ou brita);
- (iv) adquirir um empreendimento produtor de agregados, em operação;
- (v) aprimorar um empreendimento produtor de agregados, visando aumento de sua capacidade produtiva e/ou de sua produtividade e competitividade.

Na indústria de agregados, as técnicas de avaliação econômica podem ser aplicadas não apenas na tomada de decisões relativas a projetos de implantação, expansão ou de modernização, como também na gestão e acompanhamento de um empreendimento ou de um conjunto de empreendimentos em operação, independentemente da existência de um novo projeto.

3.1. Tomada de Decisão

No que se refere a processos de tomada de decisão, cabe assinalar que no setor de agregados, assim como em outros segmentos da atividade mineral, as empresas atuam em ambientes econômicos de competição, com a presença de oportunidades, riscos e incertezas. Por outro lado, dado que as empresas atuam com recursos limitados, torna-se imprescindível selecionar a(s) melhor(es) oportunidade(s) de investimento dentre as alternativas disponíveis. Neste contexto, a avaliação econômica de uma dada oportunidade de investimento busca atender a duas questões:

A oportunidade de investimento satisfaz os objetivos da empresa?

A oportunidade de investimento é melhor ou pior do que outras alternativas identificadas?

Para assegurar a boa aplicação dos conceitos, técnicas e procedimentos de planejamento e gestão empresarial, as empresas devem estabelecer seus objetivos (lucro, rentabilidade, sobrevivência e crescimento) de forma claramente definida. Verifica-se, entretanto, a frequente inexistência de objetivos definidos ou então o estabelecimento tão somente de expectativas de patamares de lucro mínimo ou de rentabilidade mínima, como condição para aceitação de uma oportunidade de investimento ou para manutenção de um empreendimento em operação. Por sua vez, as empresas atentas aos objetivos de sobrevivência e crescimento buscam estabelecer critérios de seleção e decisão, com base numa visão de longo prazo, que incorpore outros fatores, tais como:

- (i) conquista de novos mercados;
- (ii) expansão dos volumes de produção;
- (iii) crescimento de valor dos ativos;
- (iv) diversificação;
- (v) reposição de reservas/ampliação de vida útil;
- (vi) integração horizontal e/ou vertical.

Por outro lado, quando se trata de tomada de decisão quanto à seleção dentre diferentes alternativas de investimento, torna-se necessário hierarquizá-las quanto às respectivas contribuições para o alcance dos objetivos da empresa, levando-se em consideração a correspondente limitação de recursos.

3.2. O Processo de Avaliação

O processo de avaliação de projetos, empreendimentos e negócios de mineração é condicionado por características peculiares à atividade mineral. Por exemplo, o alto risco nas fases de prospecção e pesquisa impõe a realização de sucessivas avaliações com o objetivo de subsidiar decisões quanto a prosseguir ou paralisar um determinado projeto ou empreendimento. Por outro lado, devido à ampla variação dos parâmetros de um empreendimento mineiro, torna-se frequentemente recomendável realizar a avaliação de diferentes cenários, onde hipóteses de variação dos parâmetros são associadas às respectivas probabilidades de ocorrência.

O processo de avaliação de projetos, empreendimentos e negócios de mineração afigura-se ainda peculiar devido às características de rigidez locacional e de especificidade tecnológica – que oneram investimentos em infraestruturas e desenvolvimento/adaptação de tecnologia - e de exaustão de reservas - que condicionam a vida útil do empreendimento e a escala de produção. Os parâmetros que integram o processo de avaliação econômica de projetos, empreendimentos e negócios de agregados para construção podem ser assim classificados:

- (i) parâmetros relativos ao depósito mineral e à técnica de seu aproveitamento: reservas, relação estéril/material útil, recuperação na lavra, recuperação no beneficiamento etc;
- (ii) parâmetros relativos ao mercado: evolução, distribuição e comportamento da oferta e da demanda, preços (mecanismos de formação, evolução, comportamentos e tendências de curto, médio e longo prazos), práticas comerciais, perspectivas de concorrência (novos fornecedores, novos produtos e novos processos) etc;
- (iii) parâmetros de natureza institucional:
 - impostos (ICMS, II, IPI e IR);
 - ônus oficiais não tributários (PIS, COFINS, CFEM e CS);
 - encargos de capital (depreciação, amortização e exaustão);

- disposições relativas ao registro de capital estrangeiro, remessa de lucros e repatriação de capitais;
- disposições relacionadas à compra, transferência e incorporação de tecnologias;
- disposições relativas à alienação, incorporação e reavaliação de direitos minerais;
- disposições relativas ao trabalho, saúde e segurança ocupacional;
- disposições relativas à localização, ordenamento territorial e proteção e reabilitação da área minerada.

A estimativa dos parâmetros relativos ao depósito mineral exige a realização de trabalhos de pesquisa mineral em estreita sintonia com ensaios tecnológicos de processamento e com estudos de engenharia de minas.

Os parâmetros relativos ao mercado estão sujeitos a variações de diferenciados fatores, sobressaindo, no setor de agregados, o comportamento das estruturas locais de oferta e demanda, o nível de organização da indústria e a capacitação gerencial e tecnológica dos produtores.

Os parâmetros de natureza institucional são também de grande sensibilidade, devendo ser definidos e avaliados com absoluto rigor. Na indústria de agregados, destacam-se os aspectos regulatórios associados à legislação mineral e tributária, ao uso e ocupação do solo e ao meio ambiente.

4. O MODELO DE AVALIAÇÃO

Ao se proceder à avaliação econômica de um empreendimento de agregados, as seguintes diretrizes devem fundamentar o modelo de decisão:

- (i) aproveitamento integral do depósito mineral;
- (ii) características de produtos compatibilizadas com especificações do mercado consumidor;
- (iii) máxima valorização da unidade de material útil contido no depósito mineral;
- (iv) integração do empreendimento à estrutura social e econômica da região;
- (v) máxima contribuição para o desenvolvimento urbano e regional;

- (vi) rentabilidade adequada à atração de capitais;
- (vii) conciliação do empreendimento com o uso e ocupação do solo e com o meio ambiente.

Dentre outras, as seguintes restrições poderão condicionar as alternativas consideradas em relação a um dado empreendimento mineiro:

- (i) dimensões do mercado;
- (ii) dimensão das reservas/vida útil;
- (iii) relação estéril/material útil;
- (iv) comportamento granulométrico do agregado;
- (v) fatores tecnológicos: características do produto x especificações de mercado;
- (vi) fatores locacionais e ambientais.

Uma vez estabelecido o modelo de avaliação de projeto, empreendimento ou negócio, esse deve ser empregado para testar diferentes alternativas que venham a ser consideradas, com base nas indicações de mercados e nas compatibilizações de características do agregado com as especificações de demanda. As alternativas passíveis de avaliação compreenderão variações isoladas ou combinadas de diferentes fatores, tais como:

- (i) produtos;
- (ii) escalas de produção;
- (iii) segmentos de mercado;
- (iv) recuperações;
- (v) processos;
- (vi) integrações;
- (vii) relação estéril/material útil.

A alternativa que vier a ser escolhida (Caso-Base) deverá ser claramente identificada, com a definição de suas características operacionais: especificações dos produtos;

- (i) escala de produção;
- (ii) regime de operação;
- (iii) mercados a serem praticados.

4.1. A Estrutura do Modelo

Conforme já assinalado, a avaliação econômica constitui instrumento essencial do processo de planejamento e gestão. Em tomadas de decisão sintonizadas com a competitividade e com a sustentabilidade, avaliações técnico-econômicas devem ser fundamentadas em uma sólida base de conhecimento, notadamente no que se refere ao depósito mineral (recursos e reservas, relação estéril/material útil, caracterização tecnológica etc.); mercado (evolução, composição e comportamento da oferta e demanda, preços etc.) e aspectos institucionais (legislação mineral e tributária, uso e ocupação do solo, meio ambiente etc.).

Obviamente, quanto mais consistente a referida base de conhecimento, mais segura será a concepção e caracterização das diferentes alternativas relacionadas a uma determinada decisão de investimento em projeto, empreendimento ou negócio de agregados para construção.

É importante ressaltar que decisões sintonizadas com a *competitividade* e com a *sustentabilidade* devem ser fundamentadas na seleção, dentre várias alternativas em consideração, daquela que assegure a otimização de objetivos estratégicos pré-estabelecidos no processo de planejamento.

Cabe também lembrar que na condução de tal processo interativo de otimização, a cada alternativa em consideração, corresponde uma dada solução de processo, sujeita a correspondentes estimativas de investimentos e de custos operacionais, que, por sua vez, fundamentam uma respectiva simulação econômica.

Da análise dos indicadores de decisão determinados através de referidas simulações, torna-se possível verificar quais das alternativas em consideração atendem aos objetivos estratégicos e, portanto, devam ser selecionadas e, ao contrário, quais devem ser rejeitadas, por não atendê-los.

Portanto, assim como em outros segmentos da atividade mineral, também na indústria de agregados, a tomada de decisão de investimentos deve ser conduzida com base na determinação da alternativa que melhor atenda os objetivos do empreendedor.

Mais do que isto, o modelo assinalado permite estabelecer a alternativa que a um só tempo melhor atenda (otimize) os objetivos simultâneos do empreendedor (que aproveita o recurso mineral) e da sociedade (que detém o recurso). Portanto, em contexto de responsabilidade social - desde que os objetivos de planejamento empresarial e de política pública sejam simultaneamente considerados - torna-se possível selecionar a alternativa que, a um só tempo, otimize os objetivos públicos e privados.

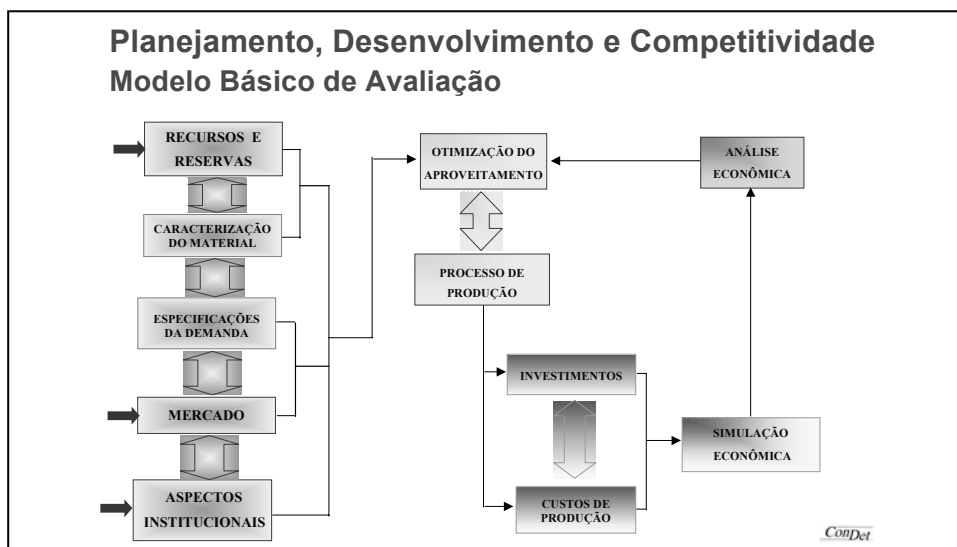


Figura 3 – Estrutura do modelo de avaliação.

Diante ao exposto, verifica-se que, além de considerar os gastos associados ao encerramento do empreendimento e ao conseqüente fechamento da mina e reabilitação da área minerada, o modelo de avaliação (Figura 3) deve incorporar os benefícios e custos associados à promoção do desenvolvimento sustentável e, especificamente, à adoção de tecnologias limpas.

4.2. Integração das Etapas do Empreendimento

Da mesma forma que em outros segmentos da atividade mineral, também no setor de agregados para a construção civil, a avaliação econômica de projetos e empreendimentos mínero-industriais deve ser efetuada com base na estimativa de custos, riscos e retornos, associados às etapas de exploração (pesquisa mineral), desenvolvimento (preparação da jazida para a lavra) e operação (produção mineira). Tais estimativas são utilizadas para aferir a

atratividade do projeto ou empreendimento, a partir de sua simulação em modelo de fluxo de caixa (Figura 4), de tal forma a determinar o seu valor econômico esperado, sob dois diferentes enfoques:

- (i) antes de impostos: determina indicadores de decisão sob o ponto de vista da sociedade (óptica pública);
- (ii) após impostos: determina indicadores de decisão, sob o ponto de vista do empreendedor (óptica privada).

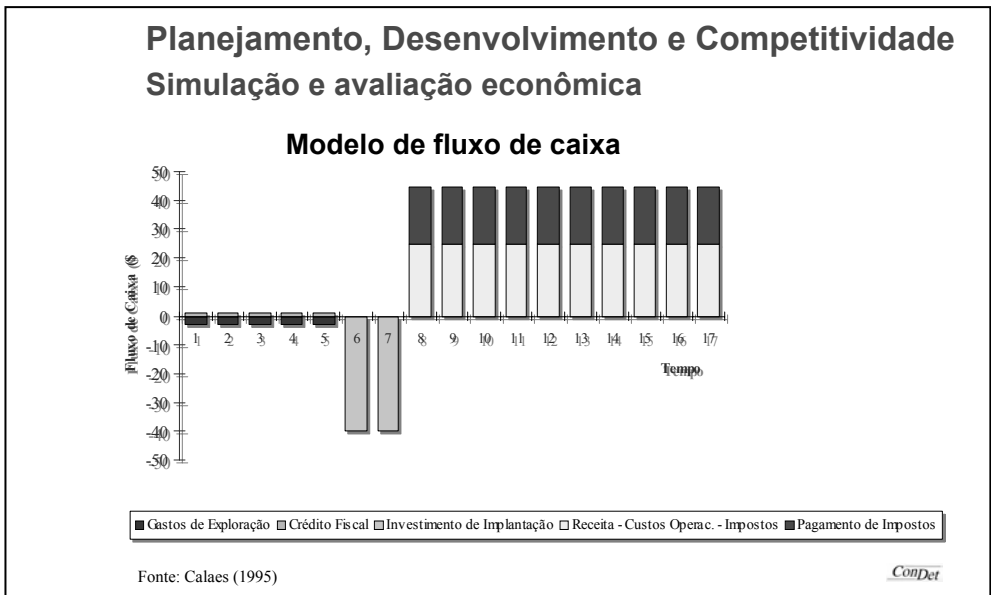


Figura 4 – Modelo defluxo de caixa.

Cumpramos ressaltar a existência de três principais tipos de riscos associados aos valores potenciais de fluxo de caixa de um projeto, empreendimento ou negócio minero-industrial:

- (i) risco relacionado à descoberta de um depósito mineral econômico (jazida);
- (ii) incerteza quanto ao retorno do capital e rentabilidade do investimento, em decorrência da suscetibilidade de variação dos parâmetros geológicos e mineiros da jazida;
- (iii) incertezas quanto aos parâmetros de mercado.

Individualmente, ou conjuntamente, estes riscos apresentam sérios desafios para o cumprimento das metas de longo prazo (rentabilidade, sobrevivência e crescimento) de empresas engajadas no processo de suprimento mineral.

Assinale-se ainda que, no contexto do planejamento e gestão de projetos, empreendimentos e negócios de agregados para construção civil, o modelo de avaliação econômica deve compreender:

- (i) o desenvolvimento/adaptação do modelo de análise;
- (ii) a coleta e preparação de dados e informações necessárias à análise de cada alternativa de investimento em consideração;
- (iii) o processamento e a análise dos dados e informações, relativos a cada alternativa;
- (iv) a tomada de decisão de investimento;
- (v) o acompanhamento sistemático do projeto, empreendimento ou negócio - seja na fase de exploração, de desenvolvimento, ou de operação - buscando verificar se os parâmetros de custo, risco e retorno se comportam conforme inicialmente previsto e se novas decisões terão de ser tomadas, relativamente a ajustes, otimizações ou até mesmo, desativações.

4.3. Análise de Mercado

Na avaliação dos fatores de restrição do modelo de avaliação - deve-se atribuir especial atenção aos aspectos de mercado. O roteiro para elaboração da análise de mercado de um projeto, empreendimento ou negócio de agregados para construção civil varia em amplitude e profundidade, de acordo com os aspectos a seguir relacionados:

- (i) natureza do(s) produto(s) que será (ão) ofertado(s);
- (ii) porte, localização e verticalização do empreendimento;
- (iii) grau de dispersão regional da demanda;
- (iv) grau de pulverização da demanda, segundo contingente de consumidores;
- (v) segmentos de utilização do(s) produto(s) a ser (em) ofertado(s);
- (vi) perspectivas de oscilação da demanda em função de sazonalidade, ciclos econômicos, mutações conjunturais, substituições etc.

De acordo com tais peculiaridades, a realização da análise de mercado poderá se restringir ao âmbito local, ou pelo contrário, se estender ao plano regional. Poderá igualmente exigir aprofundamentos ou indicar simplificações, objetivando:

- (i) fornecer ao empreendedor uma visão consistente e atual das dimensões presentes e futuras do mercado, de tal forma a subsidiar as suas decisões estratégicas;
- (ii) avaliar o comportamento e a estrutura do mercado de tal forma a identificar perspectivas de mutação, sob efeito das tendências de variações dos fatores que o condicionam.

Para a realização de tais objetivos deve-se abordar, pelo lado da oferta, a evolução, o comportamento e a estrutura de produção. Pelo lado da demanda, além da análise de evolução e comportamento, é de grande significado analisar a sua distribuição regional e setorial. As projeções do mercado, dentro de um horizonte convenientemente determinado, devem ser levadas a efeito de acordo com as seguintes orientações:

- (i) projeção da oferta: pela verificação dos planos de expansão e diversificação dos fornecedores, já existentes no mercado, bem como pela observação dos programas de implantação de novas unidades produtoras;
- (ii) projeção da demanda: pela utilização dos métodos quantitativos de projeção de tendências históricas e de correlação com parâmetros macroeconômicos. A utilização de coeficientes técnicos (ex: volume de agregados por m² de área edificada ou por km de vias pavimentadas etc.), assim como estudos prospectivos com o emprego de técnicas de cenários, também constituem instrumentos valiosos para a projeção de demanda.

Não se restringindo à mera quantificação de oferta e demanda futura, tais projeções devem também apreciar os fatores qualitativos (políticos, econômicos e tecnológicos) que condicionam a produção e o consumo de agregados, de tal forma a se delinear os cenários alternativos de evolução do mercado.

4.4. Condicionantes Locacionais e Ambientais

Na análise dos condicionantes locacionais e ambientais atuais e previsíveis, é necessário avaliar o uso predominante do solo na região de entorno do projeto, empreendimento ou negócio, bem como a evolução com que o mesmo deverá se deparar.

Entre os condicionamentos locacionais dever-se-á analisar as disponibilidades existentes na região e as necessidades do empreendimento no que se refere a vias de acesso e de escoamento, energia, água, comunicação e saneamento, apreciando-se também previsões de expansão na infraestrutura e as perspectivas de atendimento às requisições do projeto.

Entre os impactos ambientais da atividade produtiva, deve-se atentar para a caracterização dos principais efeitos poluidores e dos danos previsíveis aos recursos naturais. Como parte integrante da presente avaliação dever-se-á identificar as estratégias necessárias a prevenir os impactos ambientais, abrangendo desde a definição do método e do plano de lavra, a seleção de equipamentos, a adoção de técnicas de umidificação e de supressão de ruídos, até a recomposição da paisagem, a instalação de bacias de decantação de rejeitos e a conservação de mananciais.

5. SIMULAÇÃO E ANÁLISE ECONÔMICA-FINANCEIRA

A simulação econômico-financeira de projetos e empreendimentos produtores de agregados para a construção civil deve ser exercida com base na projeção de resultados futuros, compreendendo:

- (i) projeção de lucros e perdas;
- (ii) projeção de fluxo de caixa.

Tais projeções são efetuadas de acordo com a vida útil do empreendimento, sendo esta condicionada pelo volume de reservas e escala de produção, em conformidade com a alternativa selecionada e modelo de otimização estabelecido. As projeções de lucros e perdas e de fluxo de caixa devem ser realizadas para cada alternativa que venha a ser considerada.

Na projeção de fluxo de caixa são considerados os reinvestimentos relativos à reposição dos itens que possuam vida útil inferior à do empreendimento. Por outro lado, ao final da vida útil do projeto, além de

valores residuais, são também considerados os valores de salvado para as inversões não integralmente depreciadas, assim como os valores integrais de recuperação para o capital de giro e o terreno.

5.1. Análise Econômico-Financeira

Dispondo-se do modelo de simulação adequadamente construído, procede-se, subsequentemente, à determinação dos indicadores de decisão, sobressaindo-se os de rentabilidade e valor econômico da oportunidade de negócio ou projeto de investimento. Para cada alternativa de aproveitamento do depósito, determina-se, usualmente:

- (i) a taxa interna de retorno (*internal rate of return*) – TIR;
- (ii) valor presente líquido de fluxo de caixa (*net present value*) – VPL;
- (iii) prazo de retorno do investimento (*pay back period*) - PDR;
- (iv) ponto de equilíbrio do empreendimento (*break-even-point*) – PDE.

Os indicadores básicos de decisão (TIR e VPL) são calculados, em cada alternativa, pelo desconto do fluxo de caixa correspondente. Tais indicadores são determinados, de forma agilizada, mediante recursos de computação eletrônica. Deve-se proceder à determinação da taxa interna de retorno separadamente para o capital próprio e para o total de investimento do projeto (capital próprio e de financiamentos).

Uma vez determinados os indicadores de decisão para o caso base (relativo aos parâmetros originalmente adotados) procede-se à realização da análise de sensibilidade, buscando-se verificar - para variações impostas a parâmetros-chave do projeto - as consequentes variações sobre os indicadores de decisão (TIR e VPL). Submete-se à variação, dentre outros, os parâmetros relativos à escala de produção, relação estéril/material útil, preços de venda, investimentos, custos operacionais, taxa de juros de financiamento e composição de recursos (capital próprio x capital de terceiros).

Assinale-se ainda que os projetos, empreendimentos e negócios de agregados para construção civil podem ainda ser submetidos à Análise de Riscos e Incertezas, onde - pela associação de probabilidades a variações de parâmetros críticos - são determinados intervalos de confiança relacionados aos indicadores de decisão.

Em conformidade com as respectivas dimensões, complexidades e percepções de riscos, avaliações econômico-financeiras de projetos e empreendimentos de agregados para a construção civil podem ainda utilizar outras técnicas convencionais, tais como Análise de Monte Carlo, Árvores de Decisão, Opções Reais etc.

5.2. Avaliação Econômica da Jazida

Como parte integrante do modelo de avaliação de projetos, empreendimentos e negócios de agregados para construção civil, a determinação do valor econômico do depósito mineral é de grande significado, já que oferece, ao seu titular, um referencial de suporte a diferentes decisões e negociações. Seja para reavaliação do ativo, incorporação à empresa que venha a realizar o empreendimento, ou para efeito de alienação - a determinação do valor de depósitos minerais constitui um importante instrumento de apoio na formulação e implementação do plano de negócio.

Esta avaliação é empreendida com a determinação do VPL do fluxo de caixa descontado, mediante a utilização de taxas de desconto convenientemente selecionadas.

Optando-se por taxas de desconto mais reduzidas (refletindo uma menor expectativa de remuneração), ter-se-ão maiores valores econômicos para a jazida. Para efeito de homologação de tais avaliações, sugere-se a adoção da taxa de desconto de 15% a.a., como *pliso*.

Na avaliação econômica de um depósito mineral são adotados os mesmos tratamentos da análise de sensibilidade e de riscos e incertezas, referidos em item precedente. Trata-se portanto da verificação dos efeitos de oscilação do valor econômico determinado, nas condições originais, sob ação de variações impostas a parâmetros significativos do modelo de avaliação, tais como: reservas, preços, investimentos, custos operacionais, etc.

6. A ESTIMATIVA DOS PARÂMETROS ESSENCIAIS

Conforme se verifica, a avaliação econômica de um empreendimento mineiro-industrial é condicionada à sua simulação em modelo de fluxo de caixa, para o que se faz necessário dispor de consistentes estimativas dos parâmetros que a este devem ser imputados.

Os sub-itens subsequentes apresentam critérios e orientações que devem ser considerados na estimação de três parâmetros essenciais das simulações econômico-financeiras de empreendimentos mineiro-industriais, inclusive nos de agregados para construção civil: Produção e vendas, Investimentos e Custos operacionais.

6.1. Produção e Vendas

Para cada alternativa em consideração, o programa de produção e vendas do empreendimento deve ser definido com base em consistente conhecimento das características qualitativas e quantitativas das reservas do depósito mineral que o fundamenta.

O programa de produção e vendas estará também condicionado aos resultados de aprofundado estudo de mercado, o qual deve evidenciar não apenas os níveis de oferta e demanda atuais e previsíveis, como também as correspondentes decomposições segundo regiões e segmentos de consumo, além de comportamentos e tendências, inclusive no que se refere a novos produtores, bens substitutos e concorrentes, novas tecnologias, reciclagem etc.

Ainda para definir o programa de produção e vendas, em se tratando do setor de agregados, salienta-se ainda a importância de se analisar a estrutura atual e previsível de logística de saída, escoamento e distribuição do produto para o mercado.

Por último, especial atenção deve ser dedicada à estimativa de preços para os produtos previstos no empreendimento. Tal estimativa deve resultar da visão de cenários futuros, conforme seja descortinado pelo estudo de mercado.

6.2. Investimentos

A orçamentação dos investimentos relativos a um dado projeto ou empreendimento de agregados deve ser efetuada, para cada alternativa em análise, até que se estabeleça a seleção do modelo técnico-econômico que otimize o projeto ou empreendimento. Os investimentos são orçados segundo os seguintes grupos de dispêndios:

- (i) inversões fixas;
- (ii) despesas pré-operacionais;
- (iii) capital de giro.

a) Inversões Fixas: Compreendem as estimativas de desembolsos associadas à aquisição, construção, instalação e montagem de bens tangíveis. A título de exemplo, encontra-se a seguir apresentada uma estrutura típica de composição de Inversões Fixas, em um empreendimento de agregados para construção civil:

- terrenos.
- obras civis.
- desenvolvimento e preparação da lavra.
- máquinas e equipamentos.
- instalação e montagem.
- móveis e utensílios.

b) Despesas Pré-Operacionais: Compreendem as estimativas de desembolsos de caráter intangível, conforme estrutura típica a seguir apresentada:

- pesquisas minerais.
- aquisição, desenvolvimento e absorção de tecnologia.
- estudos, projetos e serviços de engenharia.
- treinamento de pessoal/posta em marcha (comissionamento).

c) Capital de Giro: Para os propósitos da avaliação econômica de projetos, Capital de Giro deve ser conceituado como o montante de recursos que deve ser injetado no empreendimento, para fazer face às defasagens entre correspondentes entradas e saídas de recursos financeiros. O capital de giro deve ser estimado com base na diferença entre Necessidades e Recursos de giro, determinados conforme a seguir indicado:

- necessidades de giro (ativo circulante) = caixa mínimo + contas a receber + estoques.
- recursos de giro (passivo circulante) = contas a pagar + desconto de duplicatas.

6.3. Custos Operacionais

Os custos operacionais, em projetos e empreendimentos de agregados, devem ser estimados com base em coeficientes técnicos e valores unitários de insumos. Devem ser apresentados segundo etapas/operações do processo produtivo.

a) Custos Diretos: Os custos diretos devem ser estimados por naturezas de despesas (mão-de-obra direta, materiais de consumo, energia, serviços de terceiros etc.) e segundo etapas e operações de processo, conforme exemplifica a estrutura a seguir indicada:

Decapeamento

Lavra:

- desmonte primário;
- desmonte secundário;
- carregamento;
- transporte.

Beneficiamento:

- britagem primária;
- britagem secundária;
- britagem terciária;
- classificação.

Expedição

b) Custos Indiretos: Os custos indiretos devem ser discriminados como a seguir sugerido:

Mão de Obra Indireta:

- administração;
- almoxarifado;
- manutenção;
- segurança;
- serviços gerais;
- vendas.

Custos Administrativos

Manutenção

A análise de composição do custo operacional deve ser empreendida para cada alternativa que venha a ser considerada, até que se estabeleça a seleção daquela que assegure a otimização do projeto, empreendimento ou negócio.

6.4. Outros Parâmetros

Todos os demais parâmetros e critérios que devem ser imputados no fluxo de caixa – tais como impostos e taxas, despesas gerais e administrativas, critérios de depreciação e amortização, juros de financiamento, incentivos etc. devem ser convenientemente estimados e adequadamente explicitados.

7. CONDICIONAMENTO ESTRATÉGICO PARA O DESENVOLVIMENTO E A COMPETITIVIDADE

Finalizando, a avaliação de um projeto, empreendimento ou negócio de agregados para a construção civil deve consubstanciar a apreciação de aspectos que condicionam o seu desenvolvimento sustentável, especificamente no que se refere aos seguintes fatores determinantes de sua posição competitiva:

Internos ao Empreendimento: São os fatores que estão sob a esfera de decisão dos empreendedores, como estratégia e gestão, capacitação para inovação, capacitação produtiva e recursos humanos;

Estruturais ou Setoriais: São os fatores - tais como mercado, configuração da indústria, ou concorrência - que, mesmo não sendo inteiramente controlados pela empresa titular do empreendimento, estão parcialmente sob sua influência;

Sistêmicos: Compreendem fatores macro-econômicos, político-institucionais, regulatórios, infra-estruturais e sociais, situados fora do âmbito de decisão da empresa.

Para proceder à apreciação dos mencionados fatores é necessário analisar os ambientes interno e externo ao empreendimento, buscando-se identificar as ações capazes de otimizar os benefícios dos fatores positivos e atenuar os impactos dos fatores negativos. Conseqüentemente, procede-se à análise dos fatores *intrínsecos* e *extrínsecos*, sendo aqueles classificados em *forças e fraquezas*, e estes, em *oportunidades e ameaças*.

A título de exemplo, os elementos apresentados nos tópicos 7.1 e 7.2 apresentam a estrutura de referência para a elaboração da análise estratégica de projetos, empreendimentos ou negócios de agregados para a construção civil, em conformidade com metodologia empregada na consagrada *Matriz SWOT* (*Strengths, Weakness, Opportunities and Threats*), cujo esboço simplificado, baseado em PORTER (1986), encontra-se apresentado no diagrama a seguir:

Ambiente Externo / Ambiente Interno	OPORTUNIDADES	AMEAÇAS
FORÇAS	Potencialidades de Atuação Ofensiva	Capacidade Ofensiva
FRAQUEZAS	Debilidade de Atuação Ofensiva	Vulnerabilidades

Figura 5 – Análise estratégica-Matriz SWOT.

7.1. Ambiente Interno

A análise dos fatores intrínsecos ao projeto, empreendimento ou negócio permite identificar e hierarquizar as *forças e fraquezas* que condicionam o seu potencial de desenvolvimento.

Força: É a atual condição interna, de caráter estrutural e que contribui e contribuirá consistentemente para a perseguição de objetivos que se somam para o incremento da competitividade:

- localização e características da jazida;
- disponibilidade e condições de acesso a tecnologias atualizadas;
- sistema produtivo habilitado a operar segundo padrões de competitividade, no que se refere à garantia de qualidade e custos;
- experiência do grupo empreendedor;
- reputação e capacidade de articulação do grupo empreendedor;
- indicadores favoráveis de rentabilidade e capacidade de pagamento, além de alta capacidade de geração de valor.

Fraqueza: É a atual condição interna, de caráter estrutural, e que dificulta e dificultará, substancialmente, a perseguição dos objetivos permanentes do projeto, empreendimento ou negócio:

- localização e características da jazida;
- dificuldades de suprimento de determinados fatores e produção;
- escassez de mão-de-obra especializada;
- volatilidade de mercado.

7.2. Ambiente Externo

Deve-se aqui objetivar a construção de uma visão das evoluções prováveis do ambiente externo, a fim de antecipar *oportunidades e ameaças* que possam se associar ao projeto, empreendimento ou negócio em análise:

Oportunidades são situações, tendências ou fenômenos externos, atuais ou potenciais, e que podem contribuir para a realização dos objetivos permanentes do projeto, empreendimento ou negócio e, conseqüentemente, dos interesses do correspondente grupo empreendedor:

- condicionamento geológico favorável à expansão de reservas;
- perspectiva de expansão e conquista de novos mercados;
- facilidades de acesso a eficientes estruturas de financiamento;
- perspectivas de melhoria nas atuais infra-estruturas econômicas e sociais.

Ameaças são situações e tendências ou fenômenos externos ao projeto, empreendimento ou negócio, atuais ou potenciais, que podem prejudicar substancialmente a consecução dos seus objetivos:

- perspectivas de agravamento do atual condicionamento regulatório/institucional, especificamente no que se refere a tributação, regimes de acesso à propriedade mineral, comércio exterior etc;
- perspectivas de desenvolvimento de processos concorrentes, bem como de produtos substitutivos.

7.3. Externalidades sob o Ponto de Vista da Comunidade

Finalizando a análise do condicionamento estratégico do projeto, empreendimento ou negócio, caberá apreciar as suas externalidades, no que se refere às suas contribuições e eventuais constrangimentos na realização dos interesses das comunidades envolvidas. Como exemplo de aspectos passíveis de consideração, cabe assinalar:

- atendimento a demandas reprimidas, que fortaleçam a integração intersetorial da economia regional, reduzindo dependências além da possibilidade de suprir mercados inter-regionais;
- efeitos de indução ao encadeamento, integração e germinação de novas atividades econômicas, que contribuam para com o processo de desenvolvimento regional;
- contribuição para com o processo de desenvolvimento tecnológico;
- aproveitamento racional do depósito mineral e adequada valorização do seu conteúdo intrínseco;
- geração de oportunidades de emprego, incremento de renda e arrecadação tributária;
- harmonização do empreendimento ao meio natural e humano com o qual irá interagir.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, G. e CALAES, G. Estudo do Parque Produtor de Brita da RMRJ. Índices Preliminares de Sustentabilidade. In: VILLAS BÔAS, R.; BEINHOFF, C. (eds.). Indicadores de Sostenibilidad para la Industria Extractiva Mineral. Rio de Janeiro: GEF, CBPq/CYTED, 2002, 564p.
- CALAES, G. Avaliação Econômica de Propriedades Minerais. 1995. Apostila para Seminário com a equipe da Gerência de Avaliação de Garantias Reais e de Mineração e Metalurgia do BNDES, Rio de Janeiro, 1995.
- CALAES, G. O Planejamento Estratégico na Solução de Conflitos Locacionais. O Caso do Parque Produtor de Brita da RMRJ. 2003, 39g. Trabalho final da disciplina Sustentabilidade e Cidade, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional; Programa de Pós-Graduação em Geologia Regional e Econômica; DG/IGEO/CCMN/URFJ, Rio de Janeiro, 2003.
- CALAES, G. Gestão do Negócio de Agregados. In: TANNÚS, M. e CARMO, J.C. (eds.). Agregados para a Construção Civil no Brasil: Contribuições para Formulação de Políticas Públicas. Belo Horizonte, CETEC. 2007, 234 p.
- CALAES, G. O Planejamento Estratégico do Desenvolvimento Mineral Sustentável e Competitivo – Dois Caso de Não Metálicos no Rio de Janeiro. 298f. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- CALAES, G. Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral. Palestra apresentada na VII Conferência Internacional sobre Tecnologias Limpas para a Indústria Mineral, Búzios, outubro de 2006.
- CALAES, G., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J.A. Estudo do parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2002. 245f. Trabalho realizado para o DG/IGEO/CCMN/URFJ com apoio do CT-Mineral, Rio de Janeiro, 2002.
- CALAES, G., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Desenvolvimento Sustentável do Mercado de Brita no Rio de Janeiro – Brasil: Planejamento Estratégico Participativo na Solução de Conflitos Locacionais. 2003. Trabalho apresentado no III Seminário Recursos Geológicos, Ambiente e Ordenamento do Território. Universidade de Trás-Montes e Alto Douro, Vila Real, Portugal, 2003.

- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Instrumentação de Políticas Públicas para o Desenvolvimento Sustentável de Arranjos Produtivos de Agregados para a Construção. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 33, janeiro/março, 2006, p. 30-35.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Reversão Técnico-Econômica de Pólos Produtores de Agregados, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano Sustentável. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, julho/setembro, 2006, p. 28-34.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Planejamento Estratégico Del Desarrollo Sostenible y Competitivo de la Industria de Gravas de la Región Metropolitana del Rio de Janeiro – II Seminario Internacional Minería, Médio Ambiente Y Ordenamiento Territorial – Como Garantizar el Abastecimiento de Materiales de Construcción en las Grandes Ciudades, Asogras – Asociación Colombiana de Productores de Agregados Pétreos, Bogotá, Colombia, fevereiro, 2006.
- DRM/RJ. Departamento de Recursos Minerais do Estado do Rio de Janeiro, Estudo do Parque Produtos de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, Estudo contratado com GEOMITEC/CONDEP, 1980/1981.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006a). Produção de Agregado Graúdo para a Construção Civil. Parte 1: Uma Nova Concepção de Lavra. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 34, junho, p. 8-14.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006b). Produção de Agregado Graúdo para a Construção Civil. Parte 2: Novos Conceitos no Projeto de Usinas de Beneficiamento. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, setembro, p. 20-27.
- PORTER, M. E. *Estratégia Competitiva: Técnicas para Análise de Indústrias e da Concorrência*. 9ª Ed. Rio de Janeiro, Campus, 1986.
- REVISTA *Areia & Brita*, (1997/2007).

CAPÍTULO

8

ANÁLISE ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE AGREGADOS

Gilberto Dias Calaes
Economista Mineral
Diretor de ConDet Ltda.

Bernardo Piquet Carneiro Netto
Engenheiro de Minas, Pós-Graduação em
Engenharia Econômica, Especialista em Agregados.

Gilson Ezequiel Ferreira
Economista Mineral
Pesquisador do CETEM/MCT.

Luiz Marcelo Tavares
Professor Associado do Programa de
Engenharia Metalúrgica e de Materiais/COPPE/UFRJ.

1. INTRODUÇÃO

O planejamento e gestão de projetos e empreendimentos devem ser fundamentados em um consistente Plano de Negócios, o qual investiga, seleciona e define alternativas relacionadas ao objetivo do projeto, empreendimento ou negócio, aos meios a serem mobilizados, aos resultados a serem alcançados e à forma de avaliá-los, sistematicamente.

A parte conclusiva de um Plano de Negócios - onde já tenham sido avaliados os parâmetros relacionados ao recurso mineral (pesquisa mineral e seleção da jazida), mercado, tecnologia, recursos humanos, suprimentos, aspectos regulatórios e estimativa de custos e preços – consiste de uma análise técnico-econômica que integra todas as informações e conhecimentos adquiridos sobre o projeto ou empreendimento, permitindo determinar se o negócio atende aos interesses do investidor e qual é a sua atratividade comparativamente a outras oportunidades em consideração. Tal determinação é efetuada por meio de indicadores de decisão convenientemente calculados através de simulações econômico-financeiras, com o suporte da técnica do fluxo de caixa descontado.

Supondo-se um projeto/empreendimento de produção de agregados que já disponha de parâmetros convenientemente estimados, a análise econômica a seguir apresentada demonstra a estruturação do modelo de análise, considerando-se a variação de fatores críticos que são frequentemente condicionados por posturas de gestão territorial e ambiental, as quais, por sua vez, influenciam os custos de produção e a qualidade do produto e, conseqüentemente, a rentabilidade e a competitividade do negócio.

Focalizando cenários, modelos e alternativas associadas à *reciclagem* de ECD, *co-produto* (areia manufaturada), *escala de produção* e *número de turnos de trabalho* – os resultados de avaliações econômicas de modelos alternativos de produção de agregados para construção civil, apresentados no presente item, evidenciam a sensibilidade dos fatores considerados em processos de tomada de decisão. Evidenciam também a importância das técnicas de avaliação econômica e dos conceitos e instrumentos de planejamento e gestão, na análise de competitividade e de sustentabilidade, seja na definição de planos de investimento privado ou na formulação e implementação de políticas públicas.

A partir da análise técnico-econômica de modelos alternativos de produção de brita, apresentada em estudo realizado por Calaes, Gurgel e Piquet (2002), foi desenvolvido por Calaes (2005) um modelo de simulação mais amplo, aprofundado e atualizado, o qual aborda dois diferentes cenários:

Cenário A: não considera o reprocessamento de ECD e a produção de areia de brita.

Cenário B: considera o reprocessamento de ECD e a produção de areia de brita.

Com base no referido modelo de simulação, o presente capítulo apresenta uma nova versão dos estudos anteriores, incorporando:

- (i) uma atualização de valores de investimentos, custos operacionais e preços de agregados;
- (ii) novos aperfeiçoamentos na modelagem em Microsoft Excel[®];
- (iii) uma melhor delimitação de restrições e possibilidades tecnológicas associadas à produção de areia de brita e processamento de ECD, tendo por referência os resultados de recentes projetos de P&D, assim como as experiências de empreendimentos precursores na utilização e aperfeiçoamento de correspondentes tecnologias;
- (iv) uma melhor explicitação do modelo técnico-operacional do empreendimento concebido e submetido à simulação e análise econômica.

2. CONDICIONAMENTOS TECNOLÓGICOS ASSOCIADOS A AREIA DE BRITA

Experiências que resultam de empreendimentos precursores, tais como os das empresas CONVEM (Magé – RJ) e PEDRASUL (Juiz de Fora – MG), assim como recentes trabalhos realizados por centros de pesquisa (ex.: COPPE/UFRJ, CETEM e IPT) – evidenciam condicionamentos tecnológicos associados à produção de areia de brita e ao processamento de ECD, ressaltando restrições e possibilidades tecnológicas e econômicas que devem ser consideradas ao se avançar estudos e simulações tais como os apresentados no presente capítulo.

2.1. Produção de Areia de Brita

Na produção de areia de brita, destacam-se as questões associadas ao ajuste de faixas granulométricas, devido à presença de finos abaixo de 200 malhas oriundo da cominuição da rocha. Buscando assegurar que o volume de finos (fíler) não exceda ao limite de 12% especificado pela ABNT (ABNT, 2006), empresas vêm desenvolvendo soluções tecnológicas orientadas para a adoção de métodos de processamento a úmido.

Entretanto, tais rotas de processamento se afiguram inconvenientes, tendo em vista o consumo de água e a emissão e destinação de efluentes líquidos, em áreas de alta densidade populacional como são as áreas de mais intenso consumo de agregados. Por sua vez, no processo via-seca, a utilização de aeroseparadores – embora se afigure como boa solução técnica para atender à norma da ABNT que limita em 12% a presença de fíler (finos abaixo de 200 malhas), gerado na cominuição da rocha dura, para obtenção da areia de brita apresenta alto custo de investimento e operacional.

Mesmo com estas restrições tecnológicas e econômicas, a areia de brita tende a ser obtida predominantemente em processamento por via-seca atendendo o mercado de argamassas. Entretanto - nos casos em que a rocha submetida à cominuição ofereça um comportamento granulométrico com geração de fíler abaixo do mencionado limite de 12% - a areia dela resultante poderá ser destinada aos diferentes segmentos de aplicação na construção civil, com grandes vantagens em relação à areia quartzosa natural. Cumpre ressaltar que o mencionado comportamento granulométrico, no processo de cominuição, é encontrado em algumas formações gnáissicas e basálticas.

2.2. Processamento de ECD

No caso do processamento de ECD verifica-se que a solução tecnológica que vem sendo desenvolvida em centros universitários e de pesquisa brasileiros, envolve a separação dos diferentes componentes (agregados, aço, madeira, material cerâmico, plásticos, vidro, etc.) em circuito a úmido, evidenciando-se mais uma vez a inconveniência de se promover o uso intensivo de água, além do manuseio e emissão de efluentes líquidos, em regiões densamente povoadas. Mesmo que tal restrição não fosse evidenciada, cumpre ressaltar que os custos de tal processamento afiguram-se elevados.

Diante ao exposto, sobressai a constatação de que a viabilização do processamento de ECD e, portanto, da reciclagem de agregados, depende, essencialmente, de um processo educativo que assegure a separação dos resíduos de construção civil junto à correspondente fonte geradora, ou seja, como atividade inerente à própria construção civil. Evidencia-se, portanto, que a solução ideal não recai no desenvolvimento de circuitos de separação. Ao contrário, depende muito mais de um processo educativo que resulte na organização das operações de separação, na construção civil, assim como da estimulação das empresas produtoras de agregados a empreender a capitação e o processamento de ECD.

Além desta perspectiva sujeita aos mencionados aspectos educacionais e organizacionais, o ECD processado via seca tem a sua aplicação restrita ao emprego como bases e sub-bases de rodovias marginais e certamente, em futuro próximo, como cobertura intercalada de aterro sanitário cuja existência e boa gestão é compromisso que recai sobre todas administrações municipais.

3. PREMISSAS BÁSICAS

A simulação empreendida encontra-se fundamentada nas seguintes premissas:

3.1. Concepção Técnico-Operacional

Modelo I: capacidade de 75 t/h; lavra em paredão; perfuração primária e secundária com marteletes manuais; carga com pás mecânicas de pequeno porte; transporte interno com caminhões convencionais e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

Modelo II: capacidade de 150 t/h; lavra em bancadas; perfuratriz de carreta no desmonte primário; rompedor hidráulico no desmonte secundário; carga com pás mecânicas de porte médio, transporte interno com caminhões fora de estrada e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

Modelo III: capacidade 450 t/h; lavra em bancadas; perfuratriz de carreta no desmonte primário; rompedor hidráulico no desmonte secundário; carga com escavadeira com retro ou *shovel* de porte médio; transporte interno com caminhões fora de estrada e beneficiamento a seco com britadores de mandíbulas/cônicos e peneiras vibratórias.

A Figura 1 Sintetiza a concepção dos três modelos de produção considerados.

	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Capacidade (t/h)	75	150	450
Lavra	Paredão	Bancadas	Bancadas
Perfuração	Marteletes manuais	Perfuratriz de carreta	Perfuratriz de carreta
Desmonte secundário	Explosivo	Rompeador hidráulico	Rompeador hidráulico
Carregamento	Pás mecânicas de pequeno porte	Pás mecânicas de pequeno porte	Escavadeira com retro ou <i>shovel</i> de porte médio
Transporte interno	Caminhões convencionais	Caminhões fora de estrada	Caminhões fora de estrada
Beneficiamento	A seco	A seco	A seco
Britagem	Britadores de mandíbula/cônicos	Britadores de mandíbula/cônicos	Britadores de mandíbula/cônicos
Classificação	Peneiras vibratórias	Peneiras vibratórias	Peneiras vibratórias

Figura 1 – Caracterização dos modelos de produção.

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Apesar de alheio aos atuais conceitos da engenharia de minas e aos preceitos do ordenamento territorial e do desenvolvimento sustentável - que presidem o aproveitamento de depósitos minerais – o Modelo I (ainda relativamente frequente em boa parte dos empreendimentos de agregados existentes no Brasil) é aqui considerado com a finalidade de evidenciar a sua respectiva perda de eficiência e de produtividade, comparativamente a modelos melhor sintonizados com os atuais paradigmas de competitividade e sustentabilidade.

Buscando explicitar o modelo técnico-operacional tomado como referência e submetido à simulação e análise econômica no presente Capítulo, cumpre ressaltar, em essência, que - com a utilização da boa técnica da engenharia de

minas - os Modelos II e III envolvem concepções mais avançadas, cabendo destacar os seguintes fatores de diferenciação de eficiência e produtividade, propostos por Piquet Carneiro e Tavares (2006a e 2006b):

Contexto geral:

- (i) elevada produtividade da mão-de-obra e dos equipamentos e consumo mínimo de energia por tonelada de agregado produzido;
- (ii) margem operacional otimizada, de uma forma constante ano a ano, por toda a vida do empreendimento.

Projeto de lavra: com custos reduzidos de investimento, além de custos operacionais minimizados e constantes ao longo de toda a vida útil da jazida.

Carga e transporte: Escavadeira hidráulica, operando sobre a pilha de minério no carregamento de caminhões “fora de estrada”.

Deslocamento da usina de beneficiamento: ao final das reservas de cada bloco de lavra, visando perseguir o mais baixo custo de transporte interno.

Projeto da usina de beneficiamento:

- (i) concepção e flexibilidade operacional orientadas para a geração do maior número de produtos, sem a formação de estoques excessivos e permitindo a rebitagem de todos os excedentes de produção dentro do próprio processo;
- (ii) operação em todos estágios de rebitagem em circuito fechado, a fim de garantir a bitolagem do maior número de produtos e a obtenção de características ótimas de forma;
- (iii) utilização de pilhas de estocagem na alimentação de todos estágios de rebitagem, de forma a evitar que a capacidade de processamento do circuito seja reduzida devido a sobrecargas de caráter eventual ou sistemático de algum dos estágios de britagem;
- (iv) dimensionamento de britadores de maneira a garantir a sua operação com câmara cheia (afogado) e com a potência adequada ao material a ser britado.

- (v) maximização da produtividade e minimização do custo de investimento com a operação da usina em três turnos diários;
- (vi) seleção do tipo de britador mais adequado;
- (vii) racionalização máxima do arranjo físico dos equipamentos, de tal forma a minimizar o comprimento total de transportadores de correia e maximizando a produtividade.

3.2. Outras Premissas Adotadas

Vida Útil: adotou-se vinte anos como período de vida útil dos empreendimentos.

Pesquisa Mineral: os dimensionamentos estimados consideram a necessidade de se conhecer em profundidade o volume de material necessário à programação de lavra ao longo da vida útil de cada modelo produtivo.

Período de Inversões: nas situações consideradas, estima-se o prazo de dois anos para a instalação da unidade de produção, incluída a realização da pesquisa mineral.

Regime de Operação: considera-se a operação em regime de 22 dias/mês (264 dias/ano).

- **Alternativa A:** 1 turno de 8 h \Rightarrow 176 h/mes \Rightarrow 2.112 h/ano.

- **Alternativa B:** 2 turnos de 8 h \Rightarrow 352 h/mes \Rightarrow 4.224 h/ano.

- **Alternativa C:** 3 turnos (2 de 8 h e 1 de 6 h) \Rightarrow 484 h/mes \Rightarrow 5.808 h/ano.

Progressão de Produção: considerou-se a seguinte progressão comum aos três modelos produtivos:

- **Ano 1:** Ocupação de 50% da capacidade nominal.

- **Ano 2:** Ocupação de 80% da capacidade nominal.

- **Ano 3:** Operação em regime de plena ocupação da capacidade nominal.

Composição da Produção: *Pó:* 30%; *Brita 0:* 20%; e *Brita 1:* 50%.

Preços de Venda: preços médios FOB com impostos:

- **Pó:** R\$ 15,00/t.

- **Brita 0:** R\$ 20,00/t.

- **Brita 1:** R\$ 20,00/t.

Base de Preços: janeiro de 2008.

Cenários Alternativos: Tanto o Cenário A quanto o Cenário B adotam as mesmas premissas básicas retro-assinaladas. Essencialmente tais cenários assim se diferenciam:

Cenário A: Considera tão somente a produção de agregados convencionais, em qualquer das combinações Modelo produtivo/alternativa de regime de trabalho.

Cenário B: Mantidas as capacidades instaladas referentes a cada combinação Modelo/Alternativa, no Cenário B é considerada a inserção das seguintes alterações em processos produtivos: **i)** implantação de um conjunto de rebitagem e peneiramento em circuito fechado (para produção de areia de brita); e **ii)** implantação de uma linha paralela com britador de impacto de eixo horizontal (para processamento de ECD, incorporando-o ao sistema de classificação existente.

Em conformidade com as condicionantes assinaladas no item 1, cumpre ressaltar que as simulações associadas ao Cenário B assumem que as operações de produção de areia de brita e de processamento de ECD sejam realizadas a seco e que os correspondentes produtos sejam destinados a aplicações outras que não edificações estruturadas. Portanto, as simulações realizadas consideram que os produtos areia de brita e agregado reciclado a partir de ECD se destinem, exclusivamente, aos mercados de argamassas, base e sub-base de pavimentação e aterro sanitário.

Taxa de Desconto: Admitiu-se, para o cálculo do valor presente, que os empreendimentos em análise sejam estruturados com 100% de capital próprio a um custo de capital de 12,5% a.a.

Diante às premissas consideradas, as simulações desenvolvidas compreendem diferentes situações que resultam da combinação de Cenários, Modelos Produtivos e Alternativas de regime de trabalho, conforme evidenciado na Figura 2.

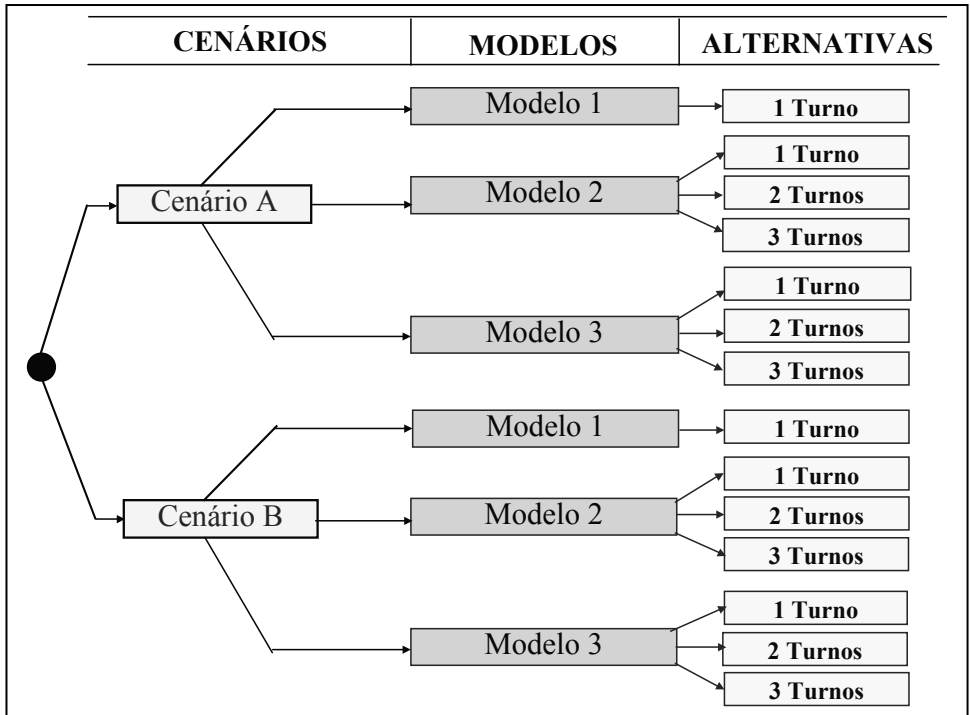


Figura 2 – Árvore de cenários/ modelos/ alternativas.

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Portanto, resumidamente, o estudo de simulação econômica, a seguir apresentado, analisa diferentes condicionamentos associados aos seguintes modelos de produção:

Modelo I: 75 t/hora

Modelo II: 150 t/hora

Modelo III: 450 t/hora

O Modelo I corresponde a um padrão de operação em turno único, baixa tecnologia e altos custos. Os Modelos II e III incorporam padrões tecnológicos mais avançados, baseados em técnicas de lavra por bancadas. A ambos foram aplicadas alternativas de regime de trabalho, para explicitar as vantagens econômicas de unidades produtoras de agregados, de alta produtividade, com fundamento em elevada escala de produção e moderna concepção tecnológica:

Alternativa A: Operação em 1 turno de 8 horas.

Alternativa B: Operação em 2 turnos de 8 horas.

Alternativa C: Operação em 3 turnos, sendo 2 de 8 horas e 1 de 6 horas.

Embora a simulação apresentada utilize dados operacionais e econômicos calcados na realidade vigente, os resultados obtidos não são representativos da rentabilidade real de empreendimentos existentes que utilizem técnicas similares às aqui descritas.

4. PROGRAMA DE PRODUÇÃO E VENDAS

Segundo os Cenários, Modelos e Alternativas estabelecidos, o programa de produção e vendas encontra-se caracterizado a seguir:

4.1. Cenário A

As receitas brutas de vendas para os Modelos de produção considerados foram estimadas com base na adoção de um preço médio em base FOB, com impostos. Em termos do Cenário A, o Quadro 1 apresenta as estimativas de receita anual de vendas para cada um dos Modelos de produção e Alternativas consideradas.

Quadro 1 – Demonstrativo da composição da receita de vendas – Cenário A.

Produtos	Preço de Venda R\$/t	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
		Produção mil t/a	Receita R\$ mil	Produção mil t/a	Receita R\$ mil	Produção mil t/a	Receita R\$ mil
Pó	15,00	47,5	713	95,0	1.425	285,0	4.275
Brita 0	20,00	31,7	634	63,4	1.268	190,1	3.804
Brita 1	20,00	79,2	1.584	158,4	3.168	475,2	9.504
Alternativa A	18,50	158,4	2.931	316,8	5.861	950,4	17.583
Alternativa B	18,50	-	-	633,6	11.722	1.900,8	35.166
Alternativa C	18,50	-	-	871,2	16.118	2.613,6	48.353

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

4.2. Cenário B

Passando ao Cenário B, o Quadro 2 apresenta as estimativas de receita anual de vendas para cada um dos Modelos e Alternativas considerados.

Quadro 2 – Demonstrativo da composição da receita de vendas – Cenário B.

Produtos	Preço de Venda R\$/t	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
		Produção mil t/a	Receita R\$ mil	Produção mil t/a	Receita R\$ mil	Produção mil t/a	Receita R\$ mil
Agregado Convencional	18,50	110,9	2.052	221,8	4.103	665,3	12.308
Pó	15,00	33,3	500	66,5	998	199,6	2.994
Brita 0	20,00	22,2	444	44,4	888	133,1	2.662
Brita 1	20,00	55,4	1.108	110,9	2.218	332,6	6.652
Brita de Entulho	14,00	11,1	155	22,2	311	66,5	932
Areia de brita	20,00	31,7	634	63,4	1.268	190,1	3.802
Alternativa A	17,39	153,7	2.841	307,4	5.682	921,9	17.042
Alternativa B	17,39	-	-	614,8	11.364	1.843,8	34.084
Alternativa C	17,39	-	-	845,4	15.626	2.535,2	46.866

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

5. INVESTIMENTOS

Para o Cenário A, os investimentos necessários à implantação dos Modelos de produção concebidos, encontram-se resumidos no Quadro 3.

Quadro 3 – Investimentos nos modelos simulados – Cenário A.

R\$ mil

Investimentos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
1. Inversões Fixas	6.441	14.592	14.592	14.592	23.379	23.379	23.379
Aquisição de Terrenos	750	2.000	2.000	2.000	5.000	5.000	5.000
Obras Cíveis	329	520	520	520	686	686	686
Equipamentos	4.412	9.950	9.950	9.950	14.590	14.590	14.590
Instalação e Montagem	353	796	796	796	1.167	1.167	1.167
Fretes e Seguros	88	199	199	199	292	292	292
Eventuais	509	1.127	1.127	1.127	1.644	1.644	1.644
2. Despesa Pré-Operacion.	544	1.222	1.222	1.222	1.972	1.972	1.972
Pesquisas Minerais	61	127	127	127	219	219	219
Estudos e Projetos	161	365	365	365	584	584	584
Gerência de Implantação	322	730	730	730	1.169	1.169	1.169
3. Capital de Giro	239	488	807	1.049	1.149	2.043	2.713
4. Compensação Ambiental	110	248	253	257	404	417	427
TOTAL	7.334	16.550	16.874	17.120	26.904	27.811	28.491

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Considerando as inversões adicionais para a produção de areia de brita e para o reprocessamento de entulho (ECD), o Quadro 4 apresenta o sumário dos investimentos no Cenário B.

Quadro 4 – Investimentos nos modelos simulados – Cenário B.

R\$ mil

Investimentos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
1. Unidade Convencional	7.224	16.302	16.621	16.863	26.500	27.394	28.064
Inversões Fixas	6.441	14.592	14.592	14.592	23.379	23.379	23.379
Despesas pré-operacionais	544	1.222	1.222	1.222	1.972	1.972	1.972
Capital de Giro	239	488	807	1.049	1.149	2.043	2.713
2. Unid. Reproces. de Entulho	110	110	110	110	110	110	110
Fixas adicionais	100	100	100	100	100	100	100
Pré-operacionais adicionais	10	10	10	10	10	10	10
3. Unid. Areia Maufaturada	797	930	930	930	1.196	1.196	1.196
Fixas adicionais	725	846	846	846	1.087	1.087	1.087
Pré-operacionais adicionais	72	85	85	85	109	109	109
4. Compensação Ambiental	124	264	269	273	423	437	447
TOTAL	8.225	17.606	17.930	18.176	28.229	29.137	29.817

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O detalhamento das estimativas de investimentos é apresentado em continuação.

5.1. Inversões Fixas

5.1.1 - Aquisição de Terrenos

Sendo consideradas as necessidades de área para cada Modelo de produção, bem como os preços médios de terrenos em regiões metropolitanas - os valores das inversões em aquisição de terrenos encontram-se a seguir apresentados:

Modelos de Produção	Área Requerida (mil m ²)	Valor do Terreno (R\$ mil)
Modelo I	150	750
Modelo II	400	2.000
Modelo III	1.000	5.000

5.1.2 - Obras Civis

As inversões em obras civis compreendem a terraplenagem da área necessária às instalações de produção e de serviços de apoio, bem como a construção de estradas de acesso e vias de transporte interno e ainda as edificações requeridas. O Quadro 5 apresenta a síntese dos investimentos com obras civis.

Quadro 5 – Investimentos em obras civis

Discriminação	R\$ mil		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Terraplenagem	10	20	36
Estradas de Acesso	14	80	150
Edificações	305	420	500
- Lavra	10	15	20
- Beneficiamento	195	225	300
- Expedição	20	20	20
- Serviços de Apoio	80	160	160
TOTAL	329	520	686

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

a) Terraplenagem: Para cada um dos três módulos, estimou-se a necessidade de terraplanagem e seus valores ao custo unitário de R\$ 2,00/m³, conforme segue:

Modelos de Produção	Volume a Remover (mil m ³)	Valor (R\$ mil)
Modelo I	5	10
Modelo II	10	20
Modelo III	18	36

b) Estradas de Acesso: As estradas de acesso internas e externas encontram-se orçadas em R\$ 14 mil para o Modelo I, R\$ 80 mil para o Modelo II e R\$ 150 mil para o Modelo III.

c) Edificações: O Quadro 6 a seguir apresentado, demonstra a composição dos investimentos com a realização das diferentes edificações, necessárias à implantação de cada um dos três modelos de produção.

Quadro 6 – Composição de investimentos com as edificações.

R\$ mil

Edificações	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Lavra	10,0	15,0	20,0
Paióis	5,0	7,5	10,0
Casa de compressores	5,0	7,5	10,0
Beneficiamento (Concreto Armado a R\$ 150,00/m ³)	195,0	225,0	300,0
Expedição (Portaria)	20,0	20,0	20,0
Serv. de Apoio (Escrit., Almozar. e Oficina a R\$ 400,00/m ²)	80,0	160,0	160,0
TOTAL	305,0	420,0	500,0

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

5.1.3 - Máquinas e Equipamentos

O Quadro 7 apresenta a síntese dos investimentos com a aquisição de máquinas e equipamentos.

Quadro 7 – Investimentos em máquinas e equipamentos.

R\$ mil

Discriminação	Modelo I	Modelo II	Modelo III
Lavra	862	3.520	4.840
Beneficiamento	3.000	4.800	7.520
Expedição	400	1.300	1.900
Serviços de Apoio	150	330	330
TOTAL	4.412	9.950	14.590

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O Quadro 8, a seguir apresentado, demonstra a composição dos investimentos previstos, em máquinas e equipamentos, segundo os Modelos I, II e III.

Quadro 8 – Composição dos investimentos em máquinas e equipamentos.

	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
	Quant.	R\$ mil	Quant.	R\$ mil	Quant.	R\$ mil
1- Lavra		862		3.520		4.840
Compressor estacionário	1	150	2	300	3	450
Martelete manual	6	12	-	-	-	-
Perfuratriz de carreta	-	-	1	120	2	240
Rompedor hidráulico	-	-	1	1.000	1	1.000
Pá carregadeira de pequeno porte	1	400	-	-	-	-
Pá carregadeira de médio porte	-	-	2	1.200	1	600
Escavadeira hidráulica	-	-	-	-	1	1.200
Caminhão basculante convencional	2	300	-	-	-	-
Caminhão “fora-de-estrada”	-	-	2	640	3	1.350
2- Beneficiamento		3.000		4.800		7.520
Britadores de mandíbulas	2	800	1	800	1	1.200
Rebritadores cônicos	1	550	3	1.600	4	2.800
Peneiras vibratórias	3	690	4	1.120	4	1.520
Transportadores de correia (20 m cada)	12	960	16	1.280	25	2.000
3- Expedição		400		1.300		1.900
Pá carregadeira de pequeno porte	1	400	-	-	-	-
Pá carregadeira de médio porte	-	-	1	600	2	1.200
Balança rodoviária de 60t	-	-	1	700	1	700
4 - Serviços de Apoio		150		330		330
Caminhão pipa	1	150	1	150	1	150
Patrol	-	-	1	150	1	150
Veículo leve	-	-	1	30	1	30

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

5.1.4 - Instalações e Montagens

As inversões relacionadas às atividades de instalação e montagem foram estimadas com aplicação do percentual de 8% sobre o total dos dispêndios em máquinas e equipamentos.

Modelos de Produção	Instalações e Montagens (R\$ mil)
Modelo I	353
Modelo II	796
Modelo III	1.167

5.1.5 - Fretes e Seguros

Dispêndios orçados com a aplicação do percentual de 2% sobre o valor das inversões em máquinas e equipamentos.

Modelos de Produção	Fretes e Seguros (R\$ mil)
Modelo I	88
Modelo II	199
Modelo III	292

5.1.6 – Eventuais

Para fazer face às despesas diversas adicionais, é estimado o valor correspondente a 10% das inversões principais (obras civis, máquinas e equipamentos e instalações e montagens). Tem-se, portanto:

Modelos de Produção	Inversões Principais (R\$ mil)	Eventuais (R\$ mil)
Modelo I	5.094	509
Modelo II	11.266	1.127
Modelo III	16.443	1.644

5.1.7. Inversões Fixas Adicionais no Cenário B

Nas condições de Cenário B, os empreendimentos considerados (combinações de Modelos de produção/Alternativas de número de turnos de operação) exigirão os seguintes investimentos adicionais:

Unidade de produção de Areia de Brita: Implantação de um conjunto de rebitagem e peneiramento em circuito fechado.

Unidade de processamento de ECD: implantação de uma linha paralela com britador de impacto de eixo horizontal (para processamento de ECD), incorporando-o ao sistema de classificação existente.

5.2. Despesas Pré-Operacionais

Compreendendo os dispêndios necessários à realização de pesquisas minerais, estudos e projetos de engenharia e gerência de implantação, as estimativas de inversões em gastos pré-operacionais, comuns às três alternativas, encontram-se sumarizadas no Quadro 9.

Quadro 9 – Despesas pré-operacionais – Cenário A.

Discriminação	R\$ mil		
	Modelo I	Modelo II	Modelo III
1 – Pesquisas Minerais	61	127	219
Topografia	5	12	30
Sondagens	6	15	39
Capeamento	1	3	8
Rocha	5	12	31
Análises/Ensaio de Beneficiamento	50	100	150
2 - Estudos e Projetos	161	365	584
3 – Gerência de Implantação	322	730	1.169
TOTAL	544	1.222	1.972

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

5.2.1. Pesquisas Minerais

a) - Topografia: Levantamento em escala de 1:1.000 com altimetria, ao custo de R\$ 30,00/1.000 m²:

Modelos de Produção	Área 1.000 m ²	Custo R\$ Mil
Modelo I	150	4,5
Modelo II	400	12
Modelo III	1.000	30

b) - Sondagens:

b.1) - Perfuração de Capeamento (com trado manual): Furos com profundidade média de 2 m, em malha de 50 m x 50 m, ao custo unitário de R\$ 10,00/m.

b.2) - Perfuração de Rocha (com perfuratriz de carreta pneumática): Furos com profundidade média de 20 m, em malha de 100 m x 100 m, ao custo unitário de R\$ 15,00/m.

Modelos de Produção	Metragem de Sondagem		Custo (R\$ mil)		
	Capeamento	Rocha	Capeamento	Rocha	Total
Modelo I	120	300	1,2	4,6	5,8
Modelo II	320	800	3,2	12,3	15,5
Modelo III	800	2.000	8,0	30,8	38,8

c) - Análises e Ensaios: visando de fornecer subsídios para a previsão do balanço de massas do circuito projetado, bem como avaliar a qualidade dos produtos a serem gerados, considera-se a realização das seguintes análises/ensaios (Piquet Carneiro, 2006b):

Análises mineralógicas.

Abrasão “Los Angeles”.

Ensaios de fragmentação de partículas individuais e britabilidade.

Índice de trabalho de impacto.

Índice de abrasividade de Bond.

Densidade “in situ”.

Considera-se o custo da ordem de R\$ 5.000,00 para realização destes ensaios (por amostra), bem como o número de 10 amostras no Modelo I, 20 no Modelo II e 30 no Modelo III:

Modelos de Produção	Análises e Ensaios (R\$ mil)
Modelo I	50
Modelo II	100
Modelo III	150

5.2.2. Estudos e Projetos

Dispêndios estimados em 2,5% das inversões fixas:

Modelos de Produção	Inversões Fixas (R\$ mil)	Estudos e Projetos (R\$ mil)
Modelo I	6.441	161
Modelo II	14.592	365
Modelo III	23.379	584

5.2.3. Gerência de Implantação

Dispêndios estimados em 5% das inversões fixas:

Modelos de Produção	Gerência de Implantação (R\$ mil)
Modelo I	322
Modelo II	730
Modelo III	1.169

5.2.4. Despesas Pré-Operacionais Adicionais no Cenário B

Para o Cenário B, as despesas pré-operacionais complementares, relacionadas à implantação da unidade de produção de areia de brita e de processamento de ECD, foram orçadas com base na aplicação do percentual de 10% sobre as correspondentes inversões fixas adicionais.

5.3. Capital de Giro

O demonstrativo da composição do capital de giro próprio para os três módulos de produção é apresentado no Quadro 10 a seguir:

Quadro 10 – Composição dos investimentos em capital de giro – Cenário A.

R\$ mil

Discriminação	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Necessidades ou Ativo Circulante	548	1.087	1.910	2.529	2.754	5.133	6.916
Caixa Mínimo	64	113	162	200	212	342	440
Contas a Receber	333	666	1.332	1.831	1.998	3.996	5.494
Estoques	151	308	416	498	544	795	982
Materiais de Consumo	22	37	74	102	104	208	286
Produtos em Elaboração	7	12	24	33	36	71	97
Produtos Finais	34	60	119	164	112	224	307
Peças e Materiais de Reposição	88	199	199	199	292	292	292
Recursos ou Passivo Circulante	309	599	1.103	1.480	1.605	3.090	4.203
Contas a Pagar	95	170	244	299	317	514	661
Impostos a Pagar	48	96	193	265	289	578	795
Desconto de Duplicatas	166	333	666	916	999	1.998	2.747
Capital de Giro Próprio	239	488	807	1.049	1.149	2.043	2.713

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

Apresenta-se, a seguir, o memorial descritivo das estimativas do capital de giro.

5.3.1. Necessidades ou Ativo Circulante

a) Caixa Mínimo: Considerou-se o valor necessário para custear 10 dias de produção.

R\$ mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Custo anual ¹	Caixa mínimo ²	Custo anual ¹	Caixa mínimo ²	Custo anual*	Caixa mínimo
Modelo I	1.680	64	-	-	-	-
Modelo II	2.983	113	4.288	162	5.267	200
Modelo III	5.586	212	9.039	342	11.629	440

Obs.: (2) = [(1) / 264 dias/ano] x 10 dias.

b) Contas a Receber: Considerou-se a seguinte política de vendas: i) 50% à vista; ii) 50% com 60 dias de prazo, sendo descontadas 50% das duplicatas com antecipação do prazo total de faturamento.

CR = (RB x 0,5 x 60) / DP, onde:

CR = Contas a Receber.

RB = Receita Operacional Bruta Anual.

DP = Dias de produção no Ano.

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Receita anual ¹	Contas a receber ²	Receita anual ¹	Contas a receber ²	Receita anual ¹	Contas a receber ²
Modelo I	2.930	333	-	-	-	-
Modelo II	5.860	666	11.721	1.332	16.116	1.831
Modelo III	17.581	1.998	35.163	3.996	48.349	5.494

Obs.: (2) = [(1) x 0,5 x 60 dias] / 264 dias/ano.

c) Estoques:

c.1) - Materiais de Consumo: Foi considerado o estoque em quantidades necessárias ao atendimento de 15 dias de produção dos itens de consumo, compreendendo materiais de perfuração, detonação, telas, combustíveis e lubrificantes, além de pneus (1 conjunto para caminhão e outro para pás carregadeiras) e material rodante (1 conjunto). O custo padrão adotado para a totalidade destes itens corresponde a 48% do custo direto de produção do Modelo I, 50%, do Modelo II e 53%, do Modelo III.

R\$ mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Custo ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo	Custo ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo	Custo ¹ direto/ano	Materiais ² de consumo
Modelo I	808	22	-	-	-	-
Modelo II	1.305	37	2.610	74	3.589	102
Modelo III	3.453	104	6.906	208	9.496	286

Obs.: (2) = [(1) x PCDP x 15] / 264 dias/ano, onde PCDP = percentual do custo direto de produção.

c.2) Produtos em Elaboração: Considera-se a manutenção de dois estoques intermediários, sendo um de alimentação do britador primário (20% da produção mensal) e o outro, o pulmão intermediário regulador do circuito de rebitagem. Tais estoques encontram-se orçados aos custos diretos de produção de lavra, de acordo com os volumes a seguir indicados:

c.2.1) Estoque na alimentação do Britador Primário (20% da produção mensal).

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²
Modelo I	13.200	6				
Modelo II	26.400	10	52.800	20	72.600	28
Modelo III	79.200	31	158.400	61	217.800	84

Obs.: (2) = (1) x 0,2 x CUL, onde CUL = Custo unitário de lavra – Modelo I: R\$ 2,13/t; II: R\$ 1,93/t; III: R\$ 1,93/t

c.2.2) Estoque Intermediário, Regulador do Circuito de Rebitagem (3 h de produção).

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Produção t/hora ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²	Produção t/mês ¹	Estoque R\$ mil ²
Modelo I	75	1				
Modelo II	150	2	300	4	413	5
Modelo III	450	5	900	10	1.238	13

Obs.: (2) = (1) x NHP x CUP, onde:

- NHP = número de horas de produção (3 h).

- CUP = Custo Direto unitário de produção – Modelo I: R\$ 5,10/t; II: R\$ 4,12/t; III: R\$ 3,63/t.

c.2.3) - Valor Total dos Estoques de Produtos em Elaboração.

Modelos	Estoques de Prod. em Elaboração (R\$ Mil)		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	7	-	-
Modelo II	12	24	33
Modelo III	36	71	97

c.3) Produtos Finais: Para os produtos finais dos Modelos considerados, foram adotados estoques equivalentes a 2% da produção anual, ou seja o equivalente a cerca de 5 dias de produção, conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11 – Estoques de produtos finais.

Produtos	Modelo I		Modelo II		Modelo III	
	Produção mil t/a	Estoques t	Produção mil t/a	Estoques t	Produção mil t/a	Estoques t
Alternativa A	158,4	3.168	316,8	6.336	950,4	19.008
Alternativa B	-	-	633,6	12.672	1.900,8	38.016
Alternativa C	-	-	871,2	17.424	2.613,6	52.272

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

O valor dos estoques de produtos finais encontra-se demonstrado no Quadro 12.

Quadro 12 – Valor dos estoques de produtos finais.

Modelos de Produção	Custo Unitário	Valor do Estoques (R\$ mil)		
	R\$/t ¹	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	10,61	34	-	-
Modelo II	9,42	60	119	164
Modelo III	5,88	112	224	307

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.; Obs.: ¹Compreende as operações de lavra e de beneficiamento.

c.4) – Peças e Materiais de Reposição: Admitiu-se a manutenção de estoques equivalentes a 2% do valor das inversões em máquinas e equipamentos. Ter-se-á, portanto:

R\$ mil

Modelos	Inversões em Máquinas e Equipamentos	Estoque de Peças e Mater. de Repos.		
		Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	4.412	88	-	-
Modelo II	9.950	199	199	199
Modelo III	14.590	292	292	292

5.3.2. Recursos ou Passivo Circulante

a) Contas a Pagar: Admite-se o prazo médio de 15 dias para pagamento das despesas correspondentes ao custo de produção.

R\$ mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Custo total/ano ¹	Contas a pagar ²	Custo total/ano ¹	Contas a pagar ²	Custo total/ano ¹	Contas a pagar ²
Modelo I	1.680	95	-	-	-	-
Modelo II	2.983	170	4.288	244	5.267	299
Modelo III	5.586	317	9.039	514	11.629	661

Obs.: (2) = [(1) x 15 dias] / 264 dias/ano.

b) Impostos a pagar: Considerou-se o prazo médio de 30 dias para pagamento dos impostos incidentes sobre a receita (ICMS, PIS, COFINS e CFEM), conforme demonstra o Quadro 13.

Quadro 13 – Impostos a pagar.

R\$ mil

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²	Impostos total/ano ¹	Impostos a pagar ²
Modelo I	424	48	-	-	-	-
Modelo II	848	96	1.697	193	2.333	265
Modelo III	2.545	289	5.090	578	6.999	795

Obs.: (2) = [(1) x 30 dias]/264 dias/ano.

c) Desconto de Duplicatas: Conforme já assinalado, admite-se que 50% das vendas sejam efetuadas a prazo (média de 60 dias), sendo descontadas 50% das duplicatas com antecipação do prazo total de faturamento. Obtém-se, conseqüentemente, a seguinte estimativa de geração de recursos circulantes devido ao desconto de duplicatas:

$$DD = (RB \times 0,25 \times 60) / DP, \text{ onde:}$$

DD = Recursos de Giro oriundo de Desconto de Duplicatas.

Modelos	Alternativa A		Alternativa B		Alternativa C	
	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²	Receita total/ano ¹	Desconto de duplicatas ²
Modelo I	2.930	166	-	-	-	-
Modelo II	5.860	333	11.721	666	16.116	916
Modelo III	17.581	999	35.163	1.998	48.349	2.747

Obs.: (2) = [(1) x 0,5 x 0,5 x 60 dias] / 264 dias/ano.

6. CUSTOS DE PRODUÇÃO

Os custos de produção nos Modelos analisados foram estimados levando-se em conta os regimes de operação considerados e a plena ocupação das capacidades instaladas. Neste item, são descritos os critérios adotados nessa estimativa, bem como a composição dos custos diretos e indiretos e a consolidação do custo total da produção.

A mão-de-obra direta foi dimensionada e orçada segundo operações do processo produtivo e categorias funcionais. Para o regime de um turno de trabalho, a mão-de-obra direta dos Modelos 1 e 2, deve contar com 19 postos de trabalho e a do Modelo 3, com 23. De acordo com as estimativas efetuadas, o custo unitário da mão-de-obra direta será de R\$ 1,59/t, no Modelo 1, de R\$ 0,81/t, no Modelo 2 e de R\$ 0,33/t, no Modelo 3. Para os regimes de dois ou de três turnos, os custos da mão-de-obra direta foram tomados proporcionalmente à produção. Os custos adotados incorporam encargos de 80%.

6.1. Custos Diretos

Encontram-se a seguir apresentadas as estimativas dos custos diretos de produção.

6.1.1. Desenvolvimento e Preparação da Lavra

Considerou-se, em qualquer dos módulos, a necessidade de remoção de 1 m³ de estéril escarificável para cada 10 m³ de produção (relação estéril/material útil de 1/10), utilizando-se pá mecânica na carga e transporte para o “bota-fora” localizado a uma distância inferior a 500 m, a um custo unitário de R\$ 0,011/m³ de estéril, resultando em um custo sobre a produção de brita de R\$ 0,17/t.

6.1.2. Lavra

O Quadro 14 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de lavra.

Quadro 14 – Composição do custo direto de lavra.

R\$ mil

Itens de Custos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. A
Desmorte Primário	94	149	298	409	445	890	1.225
Desmorte Secundário	8	16	32	44	48	96	132
Carga	135	258	518	713	775	1.551	2.132
Transporte	58	111	222	304	333	666	914
Diversos	43	79	158	217	238	476	654
TOTAL	338	613	1.228	1.687	1.839	3.679	5.057

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

6.1.3. Beneficiamento

O Quadro 15 apresenta a composição do custo direto de produção nas operações de beneficiamento.

Quadro 15 – Composição do custo direto de beneficiamento.

R\$ mil

Itens de Custos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. A
Britagem Primária	32	63	126	173	190	380	522
Rebritagem	103	206	412	567	614	1.230	1.694
Classificação	27	54	108	149	162	324	445
Diversos	5	10	20	28	29	58	80
TOTAL	167	333	666	917	995	1.992	2.741

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

6.1.4. Expedição

Estimou-se, para qualquer das alternativas, um custo direto unitário de R\$ 0,15/t.

6.1.5. Sumário do Custo Direto

O Quadro 16 resume os custos diretos estimados para cada um dos Modelos e Alternativas consideradas.

Quadro 16 – Composição do custo direto de produção.

R\$ mil

Itens de Custos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Mão-de-obra	252	257	513	706	314	627	862
Decapeamento	27	54	108	148	162	323	444
Lavra	338	613	1.228	1.687	1.839	3.679	5.057
Beneficiamento	167	333	666	917	995	1.992	2.741
Expedição	24	48	95	131	143	285	392
Custo Direto Anual	808	1.305	2.610	3.589	3.453	6.906	9.496
Produção (mil t/ ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo direto unitário (R\$/ t)	5,10	4,12	4,12	4,12	3,63	3,63	3,63

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

6.2. Custos Indiretos

A composição dos custos indiretos de produção encontra-se apresentada no Quadro 17.

Quadro 17 – Composição do custo indireto de produção.

R\$ mil

Itens de Custos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Mão-de-Obra	408	818	1.063	1.309	886	1.152	1.418
– Administração	154	412	536	659	412	536	659
– Manutenção	139	139	181	222	178	231	285
– Serviços Gerais	12	59	77	94	68	88	109
– Almoxarifado	18	68	88	109	68	88	109
– Segurança	53	53	69	85	53	69	85
– Expedição	11	11	14	18	11	14	18
– Vendas	21	76	99	122	96	125	154
Custos Administ.	443	818	1.063	1.309	1.121	1.457	1.794
Manutenção	21	42	84	115	126	252	347
Total (R\$ Mil/ano)	872	1.678	2.211	2.733	2.133	2.861	3.559
Produção (Mil t/ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo Ind. Unit. (R\$/t)	5,51	5,30	3,49	3,14	2,24	1,51	1,36

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

A mão-de-obra indireta foi dimensionada e orçada segundo setores e categorias funcionais. Para o regime de um turno de trabalho, a mão-de-obra indireta do Modelo I deve contar com 23 postos de trabalho, a do Modelo II, com 37 e a do Modelo III, com 41. De acordo com as estimativas efetuadas, o custo anual com a mão-de-obra indireta (inclusive encargos) será de R\$ 408 mil, no Modelo I, de R\$ 818, no Modelo II e de R\$ 886 mil, no Modelo III.

6.3. Custo Total de Produção

O Quadro 18 consolida os custos totais de produção.

Quadro 18 – Consolidação do Custo de Produção.

R\$ mil/ano

Custos	Modelo I	Modelo II			Modelo III		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Custo Direto	808	1.305	2.610	3.589	3.453	6.906	9.496
Custo Indireto	872	1.678	2.211	2.733	2.133	2.861	3.559
Custo Total	1.680	2.983	4.821	6.322	5.586	9.767	13.055
Produção (Mil t/ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Custo total unitário (R\$/t)	10,61	9,42	7,61	7,26	5,88	5,14	4,99

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.

7. ANÁLISE DE RENTABILIDADE E GERAÇÃO DE VALOR

Para cada uma das combinações expressas na Figura 2 (Item 3.2.), foram determinados os seguintes indicadores de decisão:

TIR - Taxa Interna de Retorno (*IRR - Internal Rate of Return*): evidencia a rentabilidade efetiva do empreendimento.

PDR - Prazo de Retorno (*Payback*): evidencia o tempo necessário para recuperação do investimento inicial

PDE - Ponto de Equilíbrio (*Break Even Point*): evidencia o índice de ocupação da capacidade instalada necessário para equilibrar receitas e despesas.

VPL – Valor Atual Líquido (*Net Present Value - NPV*): evidencia a capacidade de geração de valor do empreendimento.

7.1. Indicadores de Decisão para o Cenário A

O Quadro 19 apresenta os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário A.

Quadro 19 – Parâmetros Adotados e Indicadores de Decisão – Cenário A.

Discriminação	Modelos/Alternativas – Cenário A						
	Modelo I	Modelo II			Modelo II		
	Alt. A	Alt. A	Alt. B	Alt. C	Alt. A	Alt. B	Alt. C
Capacidade de Produção (mil t/ano)	158,4	316,8	633,6	871,2	950,4	1.900,8	2.613,6
Investimentos Totais (R\$ 10 ⁶)	7,2	16,3	16,6	16,9	26,5	27,4	28,1
Inversões Fixas	6,4	14,6	14,6	14,6	23,4	23,4	23,4
Despesas Pré-Operacionais	0,5	1,2	1,2	1,2	2,0	2,0	2,0
Capital de Giro	0,2	0,5	0,8	1,0	1,1	2,0	2,7
Investimento/t de capacidade instalada (R\$)	45,61	51,46	26,23	19,36	27,88	14,41	10,74
Receita Bruta (R\$ 10 ⁶ /ano) ¹	2,9	5,9	11,7	16,1	17,6	35,1	48,4
Custo dos Prod. Vendidos (R\$ 10 ⁶ /ano)	1,7	3,0	4,8	6,3	5,6	9,8	13,1
Custo Direto	0,8	1,3	2,6	3,6	3,5	6,9	9,5
Custo Indireto	0,9	1,7	2,2	2,7	2,1	2,9	3,6
Custo Unitário de Produção (R\$/t)	10,61	9,42	7,61	7,26	5,88	5,14	4,99
Depreciação e Amortização	0,6	1,5	1,5	1,5	2,3	2,3	2,3
Lucro Líquido/Receita Líquida	6,4	8,6	27,7	32,4	30,3	38,9	41,5
Lucro Líquido/Investimento Total (%)	2,2	2,7	16,9	26,6	17,4	43,1	61,6
Taxa Interna de Retorno (% a.a.)	3,7	4,4	16,8	24,0	17,5	34,3	44,3
Prazo de Retorno “Pay back” (anos)	16,0	14,6	5,2	3,7	5,0	2,7	2,2
Ponto de Equilíbrio (%) ^a	96,5	92,8	56,7	44,4	52,7	30,6	23,9
Geração de valor privado-VPL ^b a 12,5% aa.(R\$M)	-3,1	-6,5	6,2	16,3	11,3	53,5	85,2
Geração de valor privado-VPL a 60% aa.(R\$M)	-0,7	1,2	51,9	89,8	87,9	246,6	365,6

Fonte: Calaes G, Piquet Carneiro B.; ^aOcupação da Capacidade Instalada; ^bVPL = Valor Presente Líquido.

Para cada combinação Modelo/Alternativa, o Quadro 19 evidencia os indicadores de decisão a seguir comentados:

TIR: Tanto a escala de produção (Modelo produtivo) quanto o regime de operação (Alternativa de número de turnos) exercem sensíveis efeitos sobre a rentabilidade dos empreendimentos em análise. Verifica-se, conforme demonstrado no Quadro 20, que o Modelo I/Alternativa A (75 t/hora, em turno único) e o Modelo II/Alternativa A (150 t/hora, em turno único) apresentam-se antieconômicos. Portanto - diante aos padrões de competitividade e de sustentabilidade adotados na presente simulação - conclui-se pela inviabilidade de se iniciar, hoje, novos empreendimentos, em tais condições. Assinale-se também que a variação da rentabilidade encontra-se condicionada não apenas à escala de produção e ao regime de trabalho, como também à diferenciação do perfil tecnológico considerado nos modelos de produção submetidos à análise econômica.

Quadro 20 – Taxa interna de retorno.

% a.a.

Modelos	Cenário A		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	3,7	-	-
Modelo II	4,4	16,8	24,0
Modelo III	17,5	34,3	44,3

PDR: o Quadro 19 evidencia que os PDRs situam-se em patamares superiores a 14 anos nas situações relativas ao Modelo I/Alternativa A e Modelo II/Alternativa A. Nos demais casos, o PDR apresenta-se inferior a 6 anos.

PDE: o Quadro 19 expressa os níveis mínimos de ocupação de capacidade instalada requeridos para igualar a receita bruta à soma de impostos sobre vendas, custos diretos, custos indiretos, depreciação e despesas gerais e administrativas. Verifica-se que os Modelos I e II/alternativa A apresentam PDEs em patamares críticos. Situações com escalas mais elevadas oferecem condições favoráveis à redução da produção em períodos de retração de demanda.

VPL (à taxa de desconto de 12,5% a.a.): Da análise dos resultados apresentados no Quadro 21 verifica-se um comportamento de sensíveis variações de VPL à medida em que se desloca entre as Alternativas ou entre os Modelos considerados.

Quadro 21 – Cenário A: Valor presente líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10⁶

Modelos	Cenário A		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	- 3,1	-	-
Modelo II	- 6,6	4,6	13,5
Modelo III	8,6	46,0	74,0

7.2. Indicadores de Decisão para o Cenário B

Os principais parâmetros considerados na simulação do Cenário B, encontram-se apresentados no Quadro 22.

Quadro 22 – Cenário B: Valor presente líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10⁶

Modelos	Cenário B		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	- 4,1	-	-
Modelo II	- 8,1	2,0	10,3
Modelo III	5,0	39,8	65,9

Para cada combinação Modelo/Alternativa, o Quadro 22 demonstra também os indicadores de decisão a seguir comentados:

TIR: Nas condições de Cenário B, verifica-se que, para cada combinação Modelo/Alternativa, a TIR apresenta-se inferior à correspondente situação do Cenário A, conforme demonstrado no Quadro 23.

Quadro 23 – Cenário B: Taxa Interna de Retorno (% a.a.).

Modelos	Cenário B		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	1,3	-	-
Modelo II	2,7	14,3	21,1
Modelo III	15,4	31,1	40,4

PDR: Nas condições do Cenário B, os PDRs situam-se em patamares superiores a 17 anos nas situações relativas ao Modelo I/Alternativa A e Modelo II/Alternativa A. Nos demais casos, o PDR apresenta-se inferior a 7 anos, conforme evidenciado no Quadro 22.

PDE: Da análise do Quadro 23 verifica-se que cada combinação Modelo/Alternativa de Cenário B apresenta PDEs mais severos do que as correspondentes situações de Cenário A.

VPL (à taxa de desconto de 12,5% a.a.): Para as condições do Cenário B, os resultados das variações de VPL encontram-se apresentadas no Quadro 24.

Quadro 24 – Cenário B: Valor Presente Líquido a 12,5% a.a.

R\$ 10⁶

Modelos	Cenário B		
	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C
Modelo I	- 4,1	-	-
Modelo II	- 8,1	2,0	10,3
Modelo III	5,0	39,8	65,9

8. COMPARAÇÃO DOS INDICADORES DE CENÁRIOS A E B

Ao se comparar os resultados dos dois Cenários analisados, verifica-se que os valores do Cenário B (com processamento de ECD e produção de areia de brita) apresentam-se inferiores aos do Cenário A, evidenciando uma perda de valor de 32% (Modelo I/Alternativa A), de 57% (Modelo II/Alternativa B) ou de 11% (Modelo III/Alternativa C). Tal perda encontra-se associada ao fato de que, no Cenário B, cada situação considerada possui receitas inferiores e investimentos e custos operacionais superiores aos de correspondentes situações do Cenário A.

As Figuras 3 e 4 evidenciam o comportamento da TIR e do VPL sob efeito das variações consideradas de Cenários, Modelos e Alternativas consideradas.

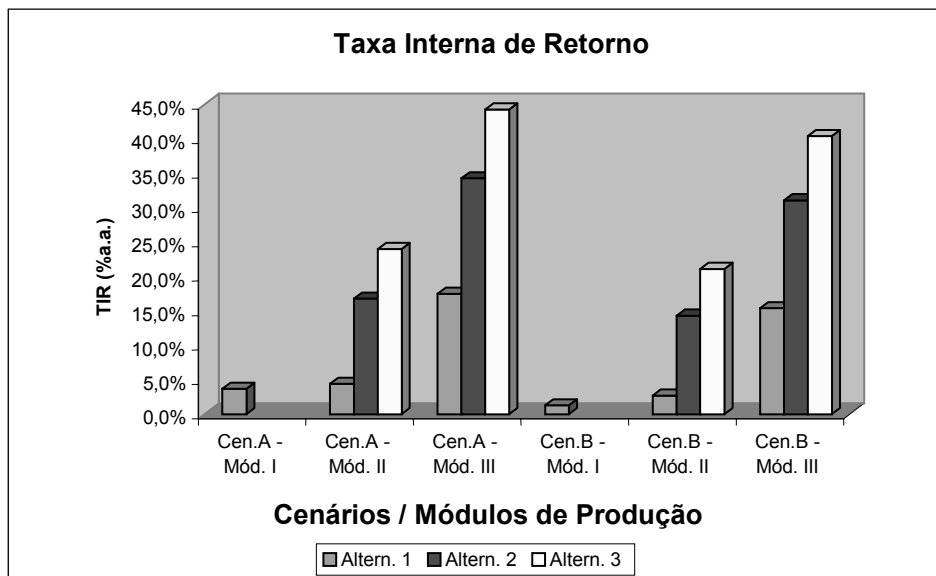


Figura 3 – Taxa Interna de Retorno.

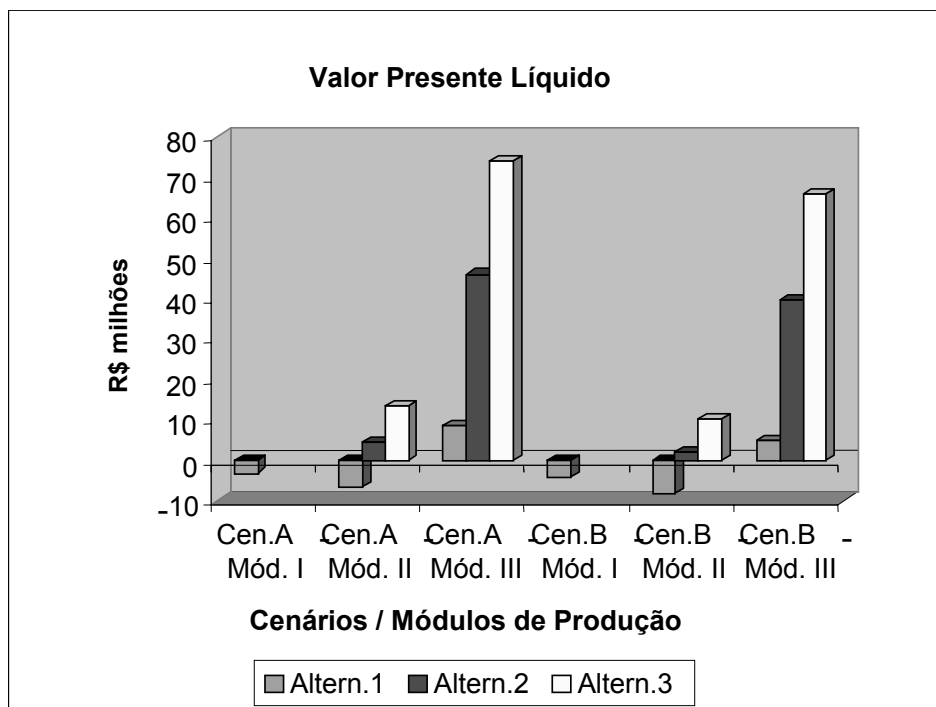


Figura 4 – Valor Presente Líquido – VPL.

Por sua vez, a Figura 5 apresenta a análise da variação da TIR segundo os Cenários, Modelos produtivos e Alternativas consideradas na simulação empreendida.

CENÁRIOS	MODELOS	ALTERNATIVAS	TIR (% a.a.)	
Cenário A	Modelo 1	1 Turno	3,7	
	Modelo 2	1 Turno	4,4	
		2 Turnos	16,8	
		3 Turnos	24,0	
	Modelo 3	1 Turno	17,5	
		2 Turnos	34,3	
		3 Turnos	44,3	
	Cenário B	Modelo 1	1 Turno	1,3
		Modelo 2	1 Turno	2,7
2 Turnos			14,3	
3 Turnos			21,1	
Modelo 3		1 Turno	15,4	
		2 Turnos	31,1	
		3 Turnos	40,4	

CENÁRIOS	MODELOS	ALTERNATIVAS	TIR (% a.a.)	
Cenário A	Modelo 1	1 Turno	6,8	
	Modelo 2	1 Turno	7,8	
		2 Turnos	23,6	
		3 Turnos	32,7	
	Modelo 3	1 Turno	24,0	
		2 Turnos	44,8	
		3 Turnos	57,2	
	Cenário B	Modelo 1	1 Turno	3,2
		Modelo 2	1 Turno	5,2
2 Turnos			20,1	
3 Turnos			27,5	
Modelo 3		1 Turno	20,6	
		2 Turnos	40,4	
		3 Turnos	50,8	

Figura 5 – Variação da TIR nas Situações Analisadas.

Os resultados obtidos, através de modelo automatizado de simulação e análise econômica, especialmente desenvolvido, evidenciaram a importância das decisões relativas à linha de produtos, escala de produção e número de turnos de trabalho, no planejamento de investimentos no setor de agregados para construção.

No item subsequente serão indicados alguns dos mecanismos compensatórios de que se pode lançar mão para neutralizar a perda de valor associada ao virtuoso Cenário B, buscando-se também investigar as bases de conciliação de interesses privados com as diretrizes de políticas públicas associadas ao ordenamento do território e ao desenvolvimento sustentável.

9. POLÍTICAS PÚBLICAS PARA O DESENVOLVIMENTO DO SETOR

O presente item apresenta subsídios para formulação e implementação de programas para o desenvolvimento competitivo e sustentável do setor de agregados, nos principais centros urbanos do país.

9.1. Reversão Tecnológica e Econômica dos Pólos de Agregados

Na reversão dos atuais conflitos locais e ambientais que envolvem a produção de agregados nas regiões metropolitanas (RMs), ações mitigadoras pontuais devem ser complementadas por medidas de *zoneamento de uso e ocupação do solo*, seja para garantir a segurança e a estabilidade institucional aos produtores, em suas atuais localizações, ou para direcionar consistentes processos de relocação, nos casos de difícil reversão.

Combinadamente com esforços de ordenamento do território, a reversão dos atuais conflitos deverá também ser sustentada por importantes saltos tecnológicos, seja nos processos de lavra e beneficiamento, ou em tecnologia de produto, onde se destacam as oportunidades de produção de areia de brita e de reprocessamento de entulho de construção e demolição (ECD).

É importante ressaltar que diante à inexistência de programas de zoneamento que estabeleçam áreas reservadas para a produção de agregados nas RMs, os agentes de produção sujeitam-se a diferentes percepções de riscos, optando, conseqüentemente, por soluções que minimizem investimentos, mediante o comprometimento de áreas mais reduzidas do que as que seriam requeridas para viabilizar uma lavra por bancadas.

Condicionam-se, portanto, a sítios comprimidos e, conseqüentemente, à adoção de técnicas rudimentares (lavra em paredão e marteletes) associadas a piores condições de trabalho, do que decorrem custos mais acentuados de produção com sérios prejuízos seja sob o ponto de vista da posição competitiva da empresa ou dos impactos ambientais associados à sua operação.

A simulação e análise econômica apresentadas no item 7 evidenciaram a importância das decisões relativas à escala de produção, estilo tecnológico e número de turnos de trabalho, na geração de valor e na rentabilidade de modelos alternativos de produção de brita e, portanto, no planejamento de investimentos no setor de agregados para construção.

Por outro lado, o item 8 estabeleceu a comparação dos indicadores de decisão, obtidos em cada um dos dois cenários considerados, evidenciando que as atividades de produção de areia de brita e de processamento de ECD são redutoras de valor.

Tendo em vista que, nas condições dominantes em grandes centros urbanos, a difusão de tais atividades possui um caráter altamente virtuoso - em termos de ordenamento territorial e de conseqüentes contribuições para o desenvolvimento sustentável – torna-se necessário neutralizar a perda de valor e a conseqüente diferença de atratividade entre os dois cenários, mediante a adoção de mecanismos compensatórios que estimulem as empresas produtoras de agregados a adotarem as práticas de produção de areia de brita e de processamento de ECD. Neste sentido, os seguintes mecanismos de estímulo podem ser considerados, dentre outros:

Estímulo Fiscal: Uma das possíveis medidas para estimular o produtor de brita a migrar do Cenário A para o Cenário B é a redução de carga fiscal, de tal forma a equiparar a geração de valor de cada empreendimento nas condições de Cenário B à do correspondente empreendimento nas condições de Cenário A.

Estímulo à captação e transporte de ECD: Benefícios que equiparem as empresas que ingressem no Cenário B às suas correspondentes situações atuais no Cenário A podem também ser estabelecidos através de um processo de captação e transporte de ECD, a ser empreendido mediante serviços a serem prestados por tais empresas.

Estímulo à formação de áreas de proteção das unidades de produção de brita: Tanto o deslocamento entre modelos de produção do Cenário A quanto a migração do Cenário A para o Cenário B podem ser estimulados mediante a concessão de terrenos necessários à formação de áreas de proteção das unidades de produção. O estímulo concebido corresponderá à transferência para produtores, em processo de reconversão, de áreas pertencentes ao poder público ou por este desapropriadas.

9.2. Subsídios para Instrumentação de Políticas Públicas

Tendo em vista a magnitude das questões envolvidas com o suprimento de agregados, bem como os correspondentes impactos e consequências, políticas públicas de desenvolvimento, de âmbito nacional, estadual e municipal, devem ser formuladas e implementadas, com ênfase nas RMs. Tais políticas devem adotar uma metodologia de planejamento estratégico participativo que assegure pré-requisitos para o desenvolvimento sustentável, a partir de soluções negociadas com os diferentes atores envolvidos.

Cumprе ressaltar que o sentido prioritário de uma política de desenvolvimento dos parques produtores de agregados das RMs deve ser o de assegurar o suprimento do produto com um desempenho competitivo que concilie a atividade produtiva com o meio ambiente e o processo de uso e ocupação do solo. A implementação de tal processo impõe a realização de mudanças nos ordenamentos territoriais, de forma a propiciar a localização de empreendimentos em áreas protegidas da ocorrência de conflitos, possibilitando, conseqüentemente, a adoção de tecnologias, escalas e regime de operação sintonizados com os atuais paradigmas de eficiência e produtividade da indústria de agregados.

As políticas públicas aqui sugeridas deverão prever, para cada RM, a definição de programas, sub-programas e projetos alicerçados nos seguintes princípios comuns:

- (i) O setor de agregados para construção civil deve ser focado como um arranjo produtivo regional compreendido pela respectiva cadeia industrial, envolvendo não apenas as operações de lavra, beneficiamento e comercialização de brita e areia (natural e processado a partir da rocha dura), como também os segmentos de consumo e comercialização intermediária, bem como o de produção secundária (reciclagem de ECD, além de outros possíveis rejeitos).

- (ii) Os referidos arranjos produtivos devem também compreender a cadeia de apoio constituída por fornecedores de bens e serviços, além dos demais agentes envolvidos, tais como entidades estaduais e federais, prefeituras, representações empresariais (ex.: ANEPAC, IBRAM, sindicatos e federações de indústrias), Centros de Pesquisas, Universidades e Escolas Técnicas.
- (iii) Cada RM deve ser submetida a estudo de análise ambiental estratégica, que permita conceber e implementar um processo de zoneamento de uso e ocupação do solo, que concilie os interesses dos diferentes atores envolvidos.
- (iv) Para assegurar a reconversão tecnológica e econômica dos correspondentes parques produtores de agregados, os programas e sub-programas que venham a ser concebidos e implementados nas RMs deverão estabelecer mecanismos de estímulo ao aprimoramento de tecnologias de processo e de produto, envolvendo a desejável produção de areia de brita e o processamento de ECD, além de mudanças de escala de produção e de possíveis relocações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CALAES, G. Avaliação Econômica de Propriedades Minerais. 1995. Apostila para Seminário com a equipe da Gerência de Avaliação de Garantias Reais e de Mineração e Metalurgia do BNDES, Rio de Janeiro, 1995.
- CALAES, G. Gestão do Negócio de Agregados. In: TANNÚS, M. e CARMO, J.C. (eds.) Agregados para a Construção Civil no Brasil: Contribuições para Formulação de Políticas Públicas. Belo Horizonte, CETEC. 2007, 234 p.
- CALAES, G. O Planejamento Estratégico do Desenvolvimento Mineral Sustentável e Competitivo – Dois Caso de Não Metálicos no Rio de Janeiro. 298f. Tese de Doutorado. Departamento de Geologia do Instituto de Geociências da UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.
- CALAES, G. Competitividade e Sustentabilidade na Indústria Mineral. Palestra apresentada na VII Conferência Internacional sobre Tecnologias Limpas para a Indústria Mineral, Búzios, outubro, 2006.

- CALAES, G., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro. 2002. 245 f. Trabalho realizado para o DG/IGEO/CCMN/UFRJ com apoio do CT-Mineral, Rio de Janeiro, 2002.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Simulação e Análise Econômica de Unidades Produtoras de Agregados para Construção. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 32, outubro e novembro, 2005, p. 15-19.
- CALAES, G., MARGUERON, C., PIQUET CARNEIRO, B. e GURGEL DO AMARAL, J. A. Reconversão Técnico-Econômica de Pólos Produtores de Agregados, Ordenamento do Território e Desenvolvimento Urbano Sustentável. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, julho e setembro, 2006, p. 28-34.
- MINASERV - Simulação e Análise de Módulos Alternativos de Produção de Brita, In: Estudo do Parque Produtor de Brita da Região Metropolitana do Rio de Janeiro, UFRJ/ConDet, 2002, 245 f.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006a). Produção de agregado graúdo para a construção civil. Parte 1: Uma nova concepção de lavra. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 34, junho, p. 8-14.
- PIQUET CARNEIRO, B., TAVARES, L. M. (2006b). Produção de agregado graúdo para a construção civil. Parte 2: Novos conceitos no projeto de usinas de beneficiamento. *Areia & Brita*, São Paulo, n° 35, setembro, p. 20-27.
- REVISTA *Areia & Brita*, 1997/2007.

GLOSSÁRIO

- Gabião:** muro de sustentação feito de pedras arrumadas dentro de uma tela.
- Restolho:** resíduos, restos, sobra.
- Fissilidade:** tendência de certas rochas partirem em planos pré definidos segundo a orientação interna dos minerais.
- Sill:** intrusão de rochas magmáticas concordantes com a rocha encaixante.
- Repé:** prolongamento da perfuração onde o explosivo será carregado abaixo do nível da berma.
- Blaster:** é o especialista na preparação e aplicação dos explosivos visando o desmonte.
- Escorvador:** dispositivo com que se dá início à explosão de uma carga principal, normalmente constituído por um cordel detonante, uma espoleta elétrica ou um detonador ou pelo conjunto de um estopim e uma espoleta comum.
- Drop Ball:** em mineração, é uma bola de aço com massa adequada que, ao ser suspensa com uma escavadeira hidráulica é deixada cair livremente por gravidade em cima de blocos de rocha na frente de lavra, visando a sua fragmentação.
- Renque:** disposição das árvores ou arbustos na mesma linha.